دراسة منطقة الجمرات

خصائص حركة الحجاج الراجمين

وبناء أنموذج محاكاة احتمالى للكفاءة التشغيلية المثلى للمنطقة

الباحثان

د / أحمد البدوى طه عبد المجيد

أ.د / محمد بن نعيم حامد رضوى

حج ١٤١٥هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بخالص الشكر إلى معالي مدير الجامعة الدكتور/ سهيل بن حسن قاضي لتشجيعه البحث العلمي. كما يتقدم الباحثان بالشكر والتقدير إلى سعادة الدكتور/ أسامة فضل البار عميد معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والذى كان له الدور الكبير فى إتمام هذا البحث. كما يتوجه الباحثان بالشكر إلى سعادة الدكتور/ ثامر الحربى رئيس قسم البحوث العمرانية وإلى جميع الإخوة بالقسم.

كما يود الباحثان أن يتقدما بوافر التقدير والعرفان لكل من أسهم أو ساعد أو شارك في إنجاز هذا العمل .

والله نسأل أن يوفقنا جميعاً لخدمة الإسلام والمسلمين،،،

الباحثان

د / أحمد البدوى طه عبد المجيد

أ.د / محمد بن نعيم حامد رضوى

ملخص الدراسة

تتزايد أعداد الحجاج عاماً بعد آخر وتسعى حكومة خادم الحرمين الشريفين- حفظه الله- لتهيئة الظروف المناسبة لأداء الحجاج مناسكهم فى سهولة ويسر. ومما يزيد عملية الحج صعوبةً هو أداء الشعائر فى أماكن وأوقات محددة لأعداد غفيرة من الحجاج تزيد عن المليونين وتشهد منطقة الجمرات ازدحاما شديداً وبخاصة يوم الثانى عشر من ذى الحجة حيث ترغب جموع الحجيج فى رمى الجمرات فى أقصر وقت ممكن لمغادرة منى. وقد كان لهذا الازدحام أثره على تغيير شكل الجسر عدة مرات على مر السنين أملاً بأن الوضع الجديد سوف يتغلب على المشاكل التى حدثت فى الوضع السابق ، وقد تم تغيير شكل الجسر عام ١٤١٥هـ.

وتأتى أهمية هذا البحث من منطلق تغيير شكل جسر الجمرات واستخدامه فى اتجاه واحد – إجباراً – بدلا من اتجاهين كما كان يستخدم عادة من قبل ولذا فإن هذا البحث يختلف عما سبقه من أبحاث فى هذا المضمار حيث يهدف إلى التعرف على خصائص الراجمين وتحركاتهم وبناء نموذج محاكاة بناءً على الوضع الجديد للجسر لتقدير الطاقة الاستيعابية ومقارنة خصائص حركة الراجمين فى منطقة الجمرات بعد تغيير الجسر بالوضع قبل التغيير.

وقد استخدم فى هذا البحث المنهج الاستطلاعى التحليلى المقارن وقد تضمنت هذه المنهجية عمل مقابلات مع عينة عشوائية لتحقيق الهدف الخاص بالتعرف على خصائص الراجمين وتحركاتهم. أما الهدف الخاص بتقدير الطاقة الاستيعابية الآمنة لمنطقة الجمرات ببناء أنموذج محاكاة احتمالى فقد اعتمد على تقسيم عملية الرجم إلى عدة أنشطة مختلفة – بدءاً من الاستعداد للرجم حتى الدعاء عند الجمرة الكبرى – يتم قياس أزمنة إتمام كل منها ميدانياً. ويلاحظ أن هذه الأزمنة تتضمن عدة متغيرات تشمل خصائص الحجيج وتحركاتهم وهذا هو المطلوب. وقد روعى فى قياس أزمنة الأنشطة المختلفة أن تؤخذ فى حالات الكثافات المنخفضة ،والمتوسطة ، والعالية. وقد تم تحديد تلك الأوقات بناءً على الدراسات السابقة التى تمت من قبل والتى تبين أوقات الرجم من حيث الذروة واللاذروة ، وقد استهدفت الخطة بناء نموذج محاكاة احتمالى باستخدام لغة "سلام-٢ SLAM II" وقد تم فى الأنموذج ربط الأنشطة المختلفة بعضها ببعض. وباعتبار أن أماكن الاختناقات

(Bottle necks) تحدث عند أماكن الرجم فقد تم تقدير الطاقة الاستيعابية (حسب المواصفات) لدائرة الرجم باستخدام القطر الحالى وبفرض زيادته إلى ٢٠ متراً ، فى حالات الكثافات المنخفضة والمتوسطة والعالية. وقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

أولاً: خصائص الحجاج الواجمين وتحركاهم:

أ- تدل الأرقام بصفة عامة على أن أغلبية الحجاج هم فى سن الشباب وليسوا من كبار السن كما يظن الكثير من الناس فقد تبين أن متوسط العمر هو ٣٦ عاماً .

ب- تبين من التحليلات ارتفاع المستوى التعليمى للحجاج .

ت- بالنسبة لعدد مرات الحج يمكن القول بأن أكثر من ٥٠% من إجمالى الحجاج يؤدون فريضة الحج لأول مرة. والملفت للنظر أيضا أن هناك بعض الحجاج يؤدون فريضة الحج لخامس مرة وأكثر سواءً من السعوديين أو الجنسيات الأخرى. فمثلاً يلاحظ أن الحجاج السعوديين الذين أدوا فريضة الحج خمس مرات فأكثر تصل إلى ٢١,٧% مقارنة بنحو ١٠,٨% للمقيمين ، و٤,٢% للحجاج خارج المملكة. وتؤكد هذه الأرقام ظاهرة الحج المتكرر والتى تعتبر سبباً رئيساً فى الازدحام فى الحج.

ث- اتضح أن الدور الأرضى أكثر استخداماً من العلوى حيث تصل نسبة الحجاج المستخدمين لهذا الدور ٥٤,٥%.

ج- تبين أن العمر ليس له تأثير على اختيار الدور وإنما هناك عوامل أخرى لاختيار الدور مثل تفادى الزحام أو سهولة الوصول أو العوامل الجوية أو اتباعاً للمجموعة. فقد تبين أن نسبة من يفضلون استخدام الدور العلوى تجنباً للزحام أعلى من نسبة من يستخدمون الدور الأرضى لنفس السبب بصفة عامة. ويزيد ذلك بدرجة كبيرة يوم الثانى عشر من ذى. وبالنسبة لسبب سهولة الوصول فيلاحظ ارتفاع نسبة من يفضلون الدور الأرضى لهذا السبب عن تلك النسبة للدور العلوى. كما اتضح من النتائج أن نسبة من يفضلون الدور الأرضى أعلى منه بالنسبة للعلوى بسبب الجو واتقاء الشمس حيث يفضل ٢٣,٧% من العينة الدور الأرضى بسبب ذلك بالمقارنة بنحو ١٧,٦% للدور العلوى . كما تظهر نسبة من الحجاج فى نفس الجدول لاتدرى كيفية الوصول إلى الجسر .

ح- بالنسبة لجهات القدوم فمن المعتقد أن الدور الأرضى يعتبر سهل الوصول نسبيا عن الدور العلوى للقادمين من ربوة الحضارم وكذلك يعتبر الدور العلوى سهل الوصول نسبياً للقادمين من المؤسسة عن الدور الأرضى. وقد ظهر من النتائج أنه بالنسبة للقادمين من مؤسساتهم فإن نسبة من يقصدون الدور العلوى أعلى من هؤلاء القاصدين الدور الأرضى وذلك لمختلف أيام الرجم. كذلك القادمين من مكة المكرمة ومن ربوة الحضارم فإنه يتضح أن نسبة من يستخدمون الدور الأرضى أعلى من الذين يستخدمون الدور العلوى فى جميع أيام الرجم.

خ- بالنسبة لتوزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب الأيام المختلفة للرجم فقد اتضح أنه فى أول أيام الرجم (١٠ ذى الحجة) أن نسبة من يستخدمون الدور الأرضى أعلى منه بالنسبة للأيام الأخرى. ويمكن تبرير ذلك بأن الراجمين فى ذلك الوقت يكونوا قادمين من مزدلفة وبالتالى يوقف الكثير منهم مركباتهم سواء حافلات أو الأنواع الأخرى من المركبات أقرب ما يمكن عند الجمرة الكبرى فى الدور الأرضى ويقومون برجم الجمرة الكبرى من الدور الأرضى. أما فى يوم ١١ ذى الحجة فإن نسبة المستخدمين للدور الأرضى تقل لانتفاء السبب المذكور يوم العاشر من ذى الحجة وقدوم الحجاج من أماكن متفرقة ومنها مؤسساتهم وتبعاً لطبيعة الزحام على الدور الأرضى يضطر بعض الحجاج للصعود للدور العلوى. أما فى يوم الثانى عشر فإن نسبة الحجاج المستخدمين للدور الأرضى تقل نظراً لقدوم كثير من الحجاج من مؤسساتهم فى هذا اليوم ورغبتهم فى استخدام الدور العلوى لقربه لهم.

د - بالنسبة لتوزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب عدد المرافقين فقد اتضح أنه بصفة عامة فإن الحجاج الذين يرجمون بمفردهم تبلغ نسبتهم ٣٤,٨% فقط بالنسبة لجميع الجنسيات مما يعطى انطباعاً عن أن حوالى ثلثى الحجاج يسيرون جماعات. كما يتبين من الجدول أن حجاج جنوب شرق آسيا هم أكثر الحجاج حضوراً للجمرات ومعهم مرافقين حيث تصل نسبة الحجاج ذات مرافقين فى هذه المجموعة إلى ٨٧,٢% يليهم حجاج دول المغرب العربى ٨٢,١% ثم حجاج دول الشام بنسبة ٧٥%. كما تبين من النتائج أن الجنسيات التى تأتى جماعات ذات عدد أكبر

من ٥ أفراد وذات نسبة أكثر من ٢٠% هى دول الخليج ودول المغرب العربى وجنوب آسيا وجنوب شرق آسيا على الترتيب.

ذ- تبين أن الدور الأرضى كان أصعب فى رمى الجمرات من الدور العلوى ويرجع ذلك لكثرة عدد الراجمين فى الدور الأرضى عنه بالنسبة للدور العلوى.

ر- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيت وصولهم الجمرات فقد تبين مايلى:

١ - بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة تقع فترة الذروة بين الساعة السادسة صباحاً حتى العاشرة حيث تبلغ نسبة الحجاج القادمين خلال هذه الفترة ٥٩,٨% وتبلغ أعلى نسبة للقادمين إلى الجمرات خلال الساعة ٧-٨ صباحاً حيث تبلغ هذه النسبة ١٧,١% يليها من ٦-٧ صباحاً حيث تصل هذه النسبة إلى ١٥,٣% كما يتضح من الجدول.

٢- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة تمتد مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى السادسة مساءً. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة لقدوم الحجاج تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهراً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ١٤,٨% .

٣ - بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة فيلاحظ وجود فترتى ذروة أولاهما تحدث الساعة ١١-١٢ صباحاً حيث تصل نسبة الحجاج خلال هذه الساعة ١٤% وثانيها خلال الساعة ٤-٥ مساءً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ٢٠,٢% وتبين الأشكال فترة الذروة والتى تمتد ابتداءً من الساعة ١١ صباحاً حتى الساعة ٦ مساءً.

ز- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيت بدء ونهاية رجمهم الجمرات فقد اتضح مايلى:

١- بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة تقع فترة الذروة بين الساعة السادسة صباحاً حتى الحادية عشرة حيث تبلغ نسبة الحجاج الراجمين خلال هذه الفترة ٧٠% وتبلغ أعلى نسبة للراجمين خلال الساعة ٧-٨ صباحاً حيث تبلغ هذه النسبة ١٨,٤% يليها من ٩-١٠ صباحاً حيث تصل هذه النسبة إلى ١٦,٦%. أما

بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة السابعة إلى الساعة الثانية عشرة حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٦٨,١% من الحجاج من الرجم.

٢- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة بالنسبة لبداية الرجم تمتد مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى السادسة مساءً حيث تشير الأرقام أنه فى خلال هذه الفترة يقوم ٧٠,١% من الحجاج بالقيام بأداء الرجم. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة للراجمين تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهراً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ١٣,٦% . أما بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة الواحدة حتى الساعة السابعة مساءً حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٧٧% من الحجاج من الرجم.

٣- بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة بالنسبة لبداية الرجم تمتد مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى السادسة مساءً حيث تشير الأرقام أنه فى خلال هذه الفترة يقوم نحو ٨٢,٧% من الحجاج بالقيام بأداء الرجم. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة للراجمين تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهراً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ٢٣,٨%. أما بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة الواحدة حتى الساعة السابعة مساءً حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٨٨,٦% من الحجاج من الرجم.

س- تبين من التحليلات وصول ١٤% من الحجاج بدءً من الساعة الحادية عشرة صباحاً فى حين أن من قاموا بالرجم خلال هذه الساعة ٠,٧% فقط مما يعنى تكدس هؤلاء الحجاج على الجسر انتظاراً للرجم ابتداءً من هذه الساعة.

ش- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب الزمن الذى انتظروه منذ وصولهم الجمرات حتى بداية الرجم فقد اتضح من التحليلات اختلاف نسب توزيع الحجاج حسب الزمن الذى انتظروه من يوم لآخر ومن الدور الأرضى للدور العلوى باستثناء يوم العاشر من ذى الحجة والذى تظهر فيه الأرقام أن الدور الأرضى أزحم من الدور العلوى بالنسبة للأيام الثلاث.

ص- تبين أن متوسط زمن الانتظار منذ وصول الحجاج الجمرات حتى بداية الرجم يوم العاشر من ذى الحجة ١٢، ١١,٥دقيقة فى الدورين الأرضى والعلوى ، بلغ يوم الحادى عشر ٨,١،٨,٢ دقيقة ويوم الثانى عشر بلغ للدورين ٢٣,٥ ، ١٧,٤ دقيقة

ض- بلغ متوسط زمن الرجم يوم ١٠ ذي الحجة ١١,٥، ١٣,٠ دقيقة للدورين الأرضى والعلوى ويعتبر هذا الزمن أقل من تلك القيم ليومى ١١ ، ١٢ ذي الحجة حيث تصل تلك القيم إلى ٢٤ ، ٢٦ دقيقة للدورين الأرضى والعلوى ، ٢٣،٢٦ دقيقة لفس الدورين على التوالى يوم ١٢ ذى الحجة وتبلغ تلك القيم تقريباً ضعف تلك التى تم الحصول عليها ليوم ١٠ ذى الحجة. ويمكن تعليل ذلك بأن الحجاج يرمون يوم ١٠ ذى الحجة جمرة واحدة بينما يرمون يومى ١١ ، ١٢ ذى الحجة الثلاث جمرات ويتبين من شكل (٦) مدي التقارب بين منحنيات التوزيع النسبي للحجاج حسب وقت الرجم يوم ١٠ ذي الحجة في الدورين الأرضي والعلوي وكذلك بين تلك المنحنيات يومى ١١ ، ١٢ ذي الحجة في الدورين الأرضي والعلوي أيضا.

ط- بالنسبة لدرجة الزحام فقد ظهر ارتفاع نسبة الحجاج الذين قاموا بالرجم في درجة زحام اعتبروها شديدة لدرجة الخطورة حيث تصل هذه النسبة الي ١٤,٩ % ، ١٥,٩ % في الدورين الأرضي والعلوي علي التوالي. كما تصل نسبة الذين رجموا فى حالة زحام إلى ٦٢% ، ٥٩,٤% فى الدورين الأرضى والعلوى على التوالى.

ظ- بالنسبة للتوزيع النسبي لحجاج العينة حسب تصورهم لدرجة الزحام قبل رمى الجمرات للمقارنة بين رأى الحجاج في درجة الزحام التي واجهوها فعلاً أثناء رميهم الجمرات وبين درجة الزحام التي كانوا يتصورونها قبل ذهابهم للرجم يتضح أن نسبة عالية من الحجاج كان لديها إحساس بالزحام حيث تصل نسبة هؤلاء الحجاج الي ٦٧,٧% فى الدور الأرضي ، و ٦٥,٣% فى الدور العلوى.

ع - بالنسبة لمدى تأثير مستوى الزحام عند الجمرات علي رأي الحجاج في تغيير الوقت الذي اختاروه للقيام بالرجم فإن نسبة الحجاج الذين يفضلون تأخير وقت الرجم عن الوقت الذي رموا فيه يبلغ ١٩% ، ٢٥,٦% علي كل من الدورين الأرضي والعلوي .

غ – اتضح أن نسبة الحجاج الذين واجهوا صعوبات عند الجمرة الصغرى والوسطي تصل إلى (١٢% ، ٧,٥% علي الترتيب) وتعتبر هذه النسب أقل بكثير من نسبة الحجاج الذين يعتبرون أن الجمرة الكبرى هي الأصعب حيث تبلغ ٤٠%..

ف – بالنسبة لإصابة الراجمين بجمرات الآخرين فقد اتضح أن نسبة٢٥% قد أصيبت بجمرات الآخرين على مستوى العينة كلها لمختلف الأيام وأن نسبة ٢٧% ، ٢٣% من حجاج العينة قد أصيبت بجمرات الآخرين في الدورين الأرضي والعلوي علي التوالي لمختلف الأيام

ق– بالنسبة للمسافة بين الحجاج وسور حلقة الرجم فقد اتضح من التحليلات رغبة الحجاج بأن يكونوا قريبين من سور حلقة الرجم حيث تصل نسبة الحجاج الملاصقين لسور حلقة الرجم إلى ٢٠,٦%،١٩,٧% لأيام الرجم فى الدورين الأرضى والعلوى بينما يشكل البعيدين عن الحلقة نسبة أقل من ٢٠%. وبالطبع يختلف تفسير القرب والبعد حسب إحساس الحجاج. ولكن هذا يبين إصرار الكثير من الحجاج أن يكونوا قريبين من سور حلقة الرجم بقدر الإمكان. كما أظهرت التحليلات تقريبا ثبات نسب الحجاج الملاصقين لسور حلقة الرجم فى كلا الدورين الأرضى والعلوى على مدار أيام الرجم بينما يوجد اختلاف واضح بالنسبة لهذه النسب فى حالة القرب من سور حلقة الرجم.

ك– بالنسبة لمقدار النجاح في إصابة الشاخص فقد تبين ارتفاع نسبة الحجاج الذين أصابوه حيث تبلغ نسبة الذين لم يتمكنوا من إصابة الشاخص ١,٢% ، ١,٥% فقط فى الدورين الأرضى والعلوى لمختلف الأيام على الرغم من الزحام. ويوضح هذا إصرار الحجاج على إصابة الشاخص.

ثانياً: تقدير الطاقة الاستيعابية:

أمكن تقدير الطاقة الاستيعابية لكل من الحالات التالية:

أ– فى حالة الكثافة العالية فإن المعدل المثالي لعدد الأشخاص الذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة يساوى ١٤٣٠٠٠ شخصاً وفى حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) متراً فإن المعدل المثالي يرتفع إلي ٣٠٠٠٠٠ شخصاً فى الساعة.

ب- فى حالة الكثافة المتوسطة فإن المعدل المثالي للذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة يساوى ١١٤٠٠٠ شخصاً تقريباً . وفي حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) متراً فإن هذا المعدل يرتفع إلي ١٤٩٠٠٠ شخصاً .

جـ- فى حالة الكثافة المنخفضة فإن المعدل المثالي للذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة يساوى ٧٢٠٠٠ شخصاً تقريباً . وفي حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) متراً فإن هذا المعدل يرتفع إلي ٩٠٠٠٠ شخصاً.

ثالثاً: مقارنة الوضع قبل إجراء التغيرات للجسر .

اتضح من التحليلات مايلى:

أ- بالنسبة للعمر فقد اتضح تقريباً تساوى العمر قبل وبعد تغيير الجسر حيث بلغ متوسط العمر للرجال ٣٧,٥ وعمر النساء ٤١,١ عاماً فى دراسة ١٤١٠هـ بينما بلغ متوسط العمر ٣٦ عاماً فى الدراسة الحالية

ب- بالنسبة لعدد مرات الحج السابقة فإنه يلاحظ ارتفاع نسبة من سبق لهم الحج فى الدراسة قبل التغيير كثيراً عن الوضع بعد التغيير حيث تصل نسبة الحجاج الذين سبق لهم الحج ٧٥ % قبل التغيير بينما بلغت هذه النسبة بعد التغيير ٤٩ % وتعتبر نسبة ال٧٥% عالية ولا تمثل الواقع ويمكن أن يعزى ذلك إلى متغيرات عديدة.

ت ـ بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج حسب قيامهم برمى الجمرات بأنفسهم فيتضح تقريباً ثبات النسب قبل وبعد التغير لأغلب الجنسيات.

ث- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج حسب مكان الرجم يلاحظ أن نسبة الراجمين فى الدور العلوى انخفضت بعد تغيير الجسر ويمكن إرجاع ذلك إلى إزالة المنحدرين عند الجمرة الصغرى.

جـ - بالنسبة لأسباب استخدام الحجاج للدور الأرضي والعلوي فقد اتضح من التحليلات إقبال الحجاج علي استخدام الدور العلوى تفاديا للزحام في الدور الأرضى حيث تصل نسبة من يستخدمون الدور العلوى لهذا السبب ٤٩,٨ % قبل التغيير ، ٤٢,٥ % بعد التغيير كما أنه يلاحظ تقريباً ثبات نسبة الحجاج الذين يستخدمون أياً من الدورين بسبب سهولة الوصول .

ح- انخفض وقت الرجم بعد التغيير عن الوضع قبل التغيير بمقدار يتراوح بين ٢٩,٣ % إلي ٣٣,٣ % لأيام الرجم المختلفة. ويدل ذلك علي أن هناك تحسناً ما قد طرأ علي الجسر نتيجة هذا التغيير.

خ- بالنسبة لشعور الحجاج بدرجة الزحام فقد لوحظ أن الوضع بعد التغيير قد تحسن إلي درجة ما حيث يتبين أن نسبة الذين أفادوا بأن الوضع شديد لدرجة الخطورة قد انخفض من ١٩,٢ % قبل التغير إلي ١٥,٤ % فقط كما أن نسبة من أفادوا بأن الوضع غير مزدحم إنخفض من ٢٥ % قبل التغيير إلي ٢٣,٨ % بعد التغيير.

د- بالنسبة لمقارنة الحجاج لدرجة الزحام لما كانوا يتصورونه من قبل فقد اتضح انخفاض نسبة من أفادوا بأن الزحام الفعلي أشد من الزحام المتصور من ٢٥,٣ % إلي ٢٢,١% .

ذ- تبين انخفاض نسبة الذين أفادوا بأنهم يفضلون تأخير الرجم إلي وقت آخر من ٢٨% قبل التغير إلي ٢٢ % وكذلك نسبة الذين يفضلون توكيل غيرهم للرمي من ١,٦ % قبل التغير إلي ١,٢ % بعد التغير.

ر- اتضح أن هناك سهولة الرمى عند الجمرة الصغرى والوسطى بعد التغيير عن الوضع قبل التغيير ولكن الجمرة الكبرى ظهرت الأصعب.

ز- انخفضت نسبة من أصيبوا بجمرات الآخرين علي المستوى العام من ٢٧,٧ % إلي ٢٥,٢ % ويدل ذلك علي التحسن بعد التغيير .

س- تبين أن نسبة البعيدين عن سور حلقة الرجم قد انخفضت من ١٩,٨ % قبل التغيير إلي ١٤,٧ % بعد التغيير مما يدل علي أن هناك تحسناً قد حدث بالجسر بعد تغيير شكله.

ش- بالنسبة لتقدير الطاقة الاستيعابية فقد قدرها دراسات سابقة قبل تغيير الجسر بنحو ١٠٠,٠٠٠ شخص/ساعة ، ٧٤٠٠٠ شخص/ساعة فى الدور الواحد بينما قدرها الدراسة الحالية بعد تغيير وضع الجسر بما يلى:

- فى حالة الكثافة المنخفضة ٧٢,٠٠٠ شخص/ساعة
- فى حالة الكثافة المتوسطة ١١٤,٠٠٠ شخص/ساعة
- فى حالة الكثافة العالية ١٤٣,٠٠٠ شخص/ساعة

ويلاحظ أن الطاقة الاستيعابية المقدرة من هذا البحث أقرب إلى الواقع للأسباب التالية:

أولاً: أن منهج هذا البحث يعتمد على تقدير الطاقة الاستيعابية للجسر بأكمله وليس عند جمرة واحدة.

ثانياً: أن استخدام الجسر فى اتجاه واحد قد زاد من الطاقة الاستيعابية عن السابق.

ثالثاً: حسن إدارة وتشغيل الجسر فى حج ١٤١٥هـ.

رابعاً: منطقية الطاقة الاستيعابية المقدرة ويمكن الوصول إلى ذلك بمقارنة عدد الراجمين يوم الثانى عشر كما يلى:

أ- بالنسبة لدراسة الوضع قبل الجسر :

بفرض أن الطاقة الاستيعابية للجسر ٧٤,٠٠٠ شخص فقط فإن ذلك يعنى أن ١٤٨,٠٠٠ حاجا يمكنهم القيام بالرجم خلال ساعة واحدة. ومن التوزيع النسبى للحجاج حسب رميهم الجمرات يوم ١٢ذى الحجة يتبين أن ٧٠٢٥٥٤ حاجاً فقط يمكنهم رمى الجمرات خلال الفترة من الواحدة حتى السابعة مساءً ويمثل هذا العدد حوالى ٧٨,٨% من الحجاج الراجمين فى ذلك العام مما ينتج عنه أن إجمالى الحجاج الراجمين يصل إلى ٨٩١٥٦٦ حاجاً فقط وهذا العدد يعتبر قليل.

ب- بالنسبة للدراسة الحالية:

بفرض أن أقصى طاقة استيعابية للجسر ١٤٣,٠٠٠ شخص فقط فإن ذلك يعنى أن ٢٨٦.٠٠٠ حاجا يمكنهم القيام بالرجم خلال ساعة واحدة. ومن التوزيع النسبى للحجاج حسب رميهم الجمرات يوم ١٢ ذى الحجة يتبين أن ١٢٠٠٠٠٠ حاجاً فقط يمكنهم رمى الجمرات خلال الفترة من الواحدة حتى السابعة مساءً ويمثل هذا العدد حوالى ٨٤,٥% من الحجاج الراجمين فى هذا العام مما ينتج عنه أن إجمالى الحجاج الراجمين يصل إلى ١٤٢٠٠٠٠ حاجاً فقط وهذا الرقم يعتبر أكثر منطقية باعتبار أن إجمالى عدد الحجاج يفوق المليونى حاج.

وبناءً على هذه النتائج فإن البحث يوصى بما يلى:

أولا: توصيات تنظيمية وتشغيلية:

أ- يوصى بالتواجد المستمر لقوات الأمن خلال أيام الرجم إلا أنه يوصى بتكثيف هذه القوات فى الأوقات التالية:

١ - بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة بين الساعة السادسة صباحاً حتى الحادية عشرة صباحاً

٢- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى غروب الشمس.

٣- بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة من الساعة العاشرة صباحاً وحتى غروب الشمس.

ب - التحكم فى دخول الحجاج إلى جسر الجمرات. ومن الضرورى السيطرة والتحكم فى دخول هؤلاء الحجاج بواسطة قوات أمنية مدربة على ذلك.

ت - المراقبة المستمرة من قبل الجهة المسئولة عن تشغيل الجسر بحيث لا يسمح بوجود كثافات عالية فى بعض الأماكن قد تؤدى لاقدر الله إلى حوادث وبحيث يتم توجيه الحجاج للدور الأقل ازدحاماً.

ث - اتخاذ القرارات والإجراءات المناسبة التى تحد من تكرار ظاهرة الحج المتكرر سواء للسعوديين أو المقيمين.

ثانياً: توصيات إرشادية وإعلامية:

أ- تكثيف الإرشاد والتوجيه وتعريف الحجاج بمداخل ومخارج الجسر نظراً لوجود نسبة من الحجاج لاتعلم حتى كيفية الوصول إلى الجسر.

ب - استخدام الطرق المناسبة (السمعية والبصرية من شاشات عرض كبيرة وخلافه) لتوصيل المعلومات عن حالة الزحام للحجاج بدءاً من مؤسساتهم واستمراراً على الطرق المؤدية إلى الجمرات ، وهذه الطريقة من المعتقد أن تكون مجدية حيث أظهرت نتائج هذا البحث وجود نسبة عالية من الحجاج (١٩% ، ٢٥,٦%) علي كل من الدورين الأرضي والعلوي) كانوا يفضلون تأخير وقت الرجم عن الوقت الذي رموا فيه.

ت - استخدام الطرق المناسبة (السمعية والبصرية والمكتوبة) لتوعية الحجاج بأوقات الرجم الشرعية والأحكام المتعلقة بذلك.

ث - إلزام المطوفين بتوعية الحجاج بأوقات الزحام حتى يمكنهم تجنبها.

ثالثاً: توصيات هندسية:

أ – الاهتمام بدراسة حركة الحجاج القادمين للرجم عند البوابات الموجودة بمدخل الجسر ووضع الحلول المناسبة بحيث يتم توزيع الحركة على البوابات لضمان حدوث التوازن فى كثافات الراجمين عند البوابات ويقترح هنا دراسة عمل عدة مداخل للجسر يلى بعضها البعض على مسافات معينة بدلا من مدخل واحد كما هو مجود حالياً ويحتوى كل مدخل علىعدد من البوابات (بمواصفات مبنية على دراسة علمية تراعى الظروف المحيطة بشأن استخدامها) والمساحات المتروكة بين هذه المداخل تساعد كثيرا فى امتصاص التزاحم عند بوابات الدخول.

ب– تبين أن عدد الحجاج الذين يمكنهم رمى الجمرات بالجسر حسب طريقة أدائهم وتوزيعاتهم النسبية بناءً على أوقات بدئهم الرجم تبلغ تقريباً ١٤٠٠٠٠٠ حاجاً فقط. وفى حالة زيادة الحجاج الراجمين عن هذا العدد فإن من المناسب البحث عن حلول أخرى تنظيمية وهندسية.

ت– يجب توسعة الدرج المؤدى من ربوة الحضارم إلى جسر الجمرات نظراً لارتفاع عدد الحجاج القادمين من الربوة – كما أظهرت نتائج هذا البحث – بحيث يصل عرضه إلى ٢٦ متراً. وكذلك عمل سلالم متحركة للعجزة وكبار السن.

الثانى عشر كما يلى:

رابعاً: توصيات عامة:

أ– وضع خطة تشغيلية كاملة للجسر بشكل واضح وتتضمن هذه الخطة التعامل مع الحجاج الراجمين على مستويات مختلفة لكثافات الحجاج شاملة حالات الاستنفار المنخفضة ، والمتوسطة ، والكلية بالإضافة إلى الإخلاء السريع. كما يجب أن تشمل هذه الخطة برنامجاً لتدريب الجنود مع تبسيط وتسهيل توصيل المعلومات لهم.

ب– الاستمرار والتأكيد على منع الافتراش كلياً أسفل الجسر والأماكن المحيطة مع دراسة بالحلول التى تكفل الحد منه.

المحتويات

الصفحة

قائمة الجداول

١- مقدمة:

تتزايد أعداد الحجاج عاماً بعد آخر وتسعى حكومة خادم الحرمين الشريفين- حفظه الله- لتهيئة الظروف المناسبة لأداء الحجاج مناسكهم فى سهولة ويسر. ومما يزيد عملية الحج صعوبةً هو أداء الشعائر فى أماكن وأوقات محددة لأعداد غفيرة من الحجاج تزيد عن المليونين. ويحدث ذلك بدرجة كبيرة خلال الإفاضة من عرفات إلى مزدلفة والنفرة من منى إلى مكة المكرمة ، كما تشهد منطقة الجمرات ازدحاما شديداً وبخاصة يوم الثانى عشر من ذى الحجة حيث ترغب جموع الحجيج فى رمى الجمرات فى أقصر وقت ممكن لمغادرة منى ويزداد ازدحام الحجيج عند الجمرة الصغرى قبل الزوال انتظاراً للانتهاء من رمى الجمرات. وقد كان لهذا الازدحام أثره على تغيير شكل الجسر عدة مرات على مر السنين أملاً بأن الوضع الجديد سوف يتغلب على المشاكل التى حدثت فى الوضع السابق ، وقد تم تغيير شكل الجسر عام ١٤١٥هـ.

١-٢- أهمية البحث:

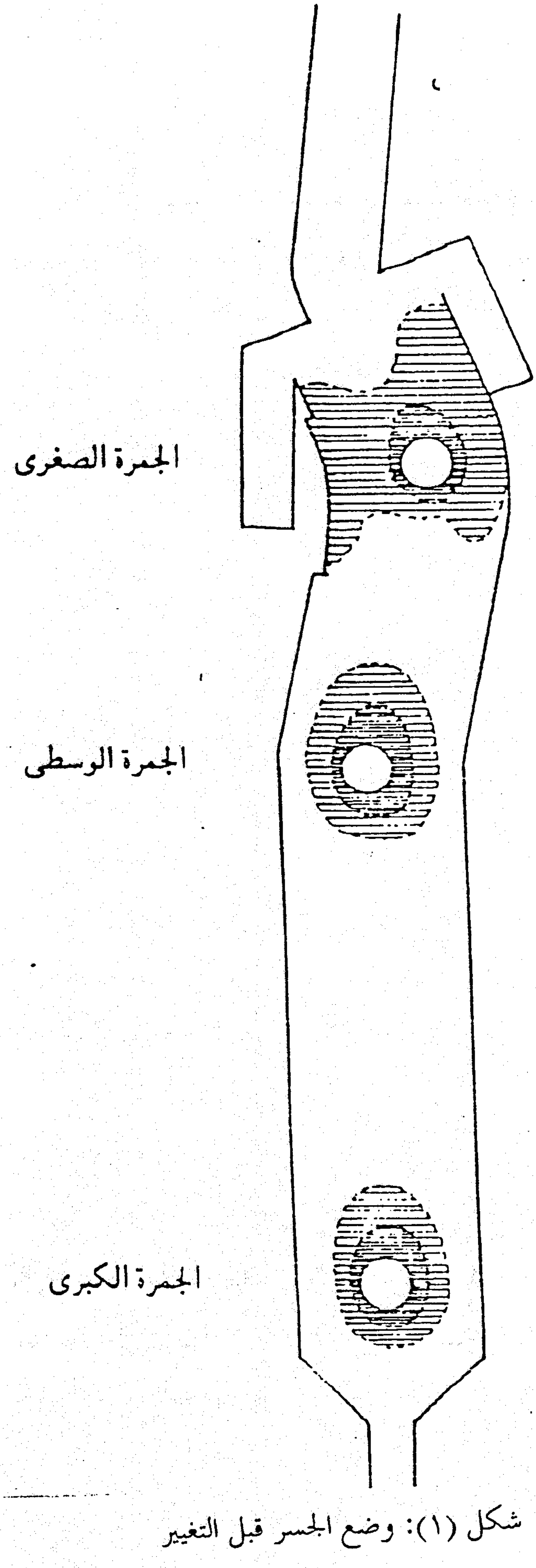
يبين الشكلان (١) ، (٢) على التوالى وضع جسر الجمرات قبل وبعد التغيير الذى تم عام ١٤١٥هـ. وتأتى أهمية البحث من منطلق تغيير شكل جسر الجمرات واستخدامه فى اتجاه واحد – إجباراً – بدلا من اتجاهين كما كان يستخدم عادة من قبل وقد استلزم استخدام الجسر فى اتجاه واحد الاستعانة بقوات أمنية للتحكم وتوجيه حركة الحجيج. ولذا فإن هذا البحث يختلف عما سبقه من أبحاث فى هذا المضمار حيث يعكس خصائص حركة الراجمين وبناء نموذج محاكاة بناءً على الوضع الجديد للجسر. ومع ذلك فإنه سوف يتم استعراض الدراسات السابقة للاستفادة منها فى البحث الحالى بقدر الإمكان ومقارنة نتائج هذا البحث مع نتائج الدراستين اللتين سبقتا تغيير شكل الجسر.

١-٣- أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى مايلى:

١-التعرف على خصائص الحجاج الراجمين.

٢-التعرف على خصائص حركة الراجمين فى منطقة الجمرات.



شكل (١): وضع الجسر قبل التغيير

٣- مقارنة خصائص حركة الراجمين فى منطقة الجمرات بعد تغيير الجسر بالوضع قبل التغيير.

٤- بناء أنموذج محاكاة وإجراء تجارب عليه لملاحظة تأثيرها على الكفاءة التشغيلية لمنطقة الرجم.

٥- التوصل إلى الكفاءة المثلى للتشغيل من حيث:

أ- الطاقة الاستيعابية المثلى الآمنة لمنطقة الرجم.

ب - متوسط زمن الأنشطة المكونة لعملية الرجم.

جـ- مدى الاستفادة من منطقة الرجم.

د - حالات الانهيار.

٢- الدراسات السابقة:

تم إجراء العديد من الدراسات على جسر الجمرات واختلفت هذه الدراسات حسب أهدافها ومنهجيتها ويلاحظ أن كلا من هذه الدراسات قد تم إجراؤها على وضع معين للجسر منذ إنشائه حيث مر هذا الجسر بعدة تغيرات حتى وصل إلى وضعه الحالى ، وفيما يلى استعراض لهذه الدراسات التى بدأت منذ عام ١٤٠٤ هـ للاستفادة منها فى المقارنة قبل وبعد التغيير الذى حدث بالجسر. ومن هذه الدراسات "دراسة الوضع الحالي ووسائل تطويره عام ١٤٠٤ هـ " (٣) وقد هدفت هذه الدراسة إلي تحديد ملامح المشاكل المقترنة برمي الجمرات وأساليب تناولها ومعالجتها بهدف الوصول إلى حلول علمية وسليمة لهذه المشاكل وقد تم إجراء هذه الدراسة باستطلاع رأي الحجاج وصور أرضية وجوية وتصوير زمني ومشاهدات شخصية وقد كان من أهم نتائج هذه الدراسة تحديد ساعات الذروة أيام العاشر والحادى عشر والثانى عشر من ذى الحجة. وبالنسبة لحركة الحجاج فقد استنتجت الدراسة أن حركة الحجاج تعد عشوائية في كل اتجاه وتؤدي تلك الحركة العشوائية إلى متاعب لا مبرر لها . كما أن الحركة العكسية للحجاج الخارجين من الجمرات باستعمال منحدرات الدخول تسبب إعاقة نسبية للحجاج المتدافعين للدخول الي الجمرات مما يتسبب في بطء الحركة وزيادة التزاحم عند المداخل وبالتالي تقليل أعداد

الحجاج الداخلة وتقليل السعة الكلية للجمرات. وبالنسبة لسعة الرجم فقد أفادت هذه الدراسة أنها تصل إلى ٢٠٠,٠٠٠ حاج/ساعة.

ومن بين التوصيات الهامة لهذه الدراسة مايلي:

أ- أن يتم التركيز على زيادة سعة الرجم بواسطة التصميم الهندسي الملائم للفراغات حول الجمرات.

ب- يحسن تفريق الجماعات المتماسكة الداخلة في الجمرات.

جـ- الاهتمام بالتوجيه الإعلامى للحجاج وذلك قبل بدء مناسك الحج.

د- تنظيم الازدحام بالاستعانة بأشخاص مدربين لتوجيه الكتل البشرية وتوجيههم بواسطة برج مراقبة ، مع استعمال وسائل للمراقبة عند المداخل والمخارج وفى مختلف أرجاء الجمرات لإعطاء التعليمات للأشخاص المنظمين بالمداخل وكذلك لسرعة الإبلاغ عن أي حوادث .

هـ- مراعاة الظروف البيئية وذلك بحماية الحجاج من الحرارة والشمس ، والحد من تلوث الهواء وذلك بمنع الحجاج من الإقامة بالجمرات ، ومنع الباعة الجائلين من المتاجرة بالجمرات ، وقبل هذا وذلك إخلاء الأرضيات من جميع أنواع القمامة خاصة في أوقات ذروة الازدحام مباشرة .

وقد قامت دراسة أخرى (٤) بإظهار بعض العوائق التي تواجه الحجاج في تحركاتهم بوادي مني والتي تؤدي - إلي جانب عوامل أخرى - إما إلي زيادة إرهاق الحاج بإطالة مسافات سيره تحت أشعة الشمس المباشرة أو إلي إطالة اختيارات بديلة لاتجاهه . وكان من أهم نتائجها بالنسبة لمنطقة الجمرات أن الحاج يجد التشعبات الكثيرة المتفرعة من المكان الموجود به كوبري الجمرات والتي لا يحتوي أي منها علي اللافتات الإرشادية الموضحة والقوية بصرياً. لذا فقد أوصت هذه الدراسة بأن يوضع علي كل شارع متفرع من منطقة الجمرات اللافتات الإرشادية التي توضح بلغات مختلفة إلي أي المناطق يؤدى كل منها بالإضافة إلى محاولة إعطاء طابع مميز للمحاور الرئيسية بحيث تكون أكثر وضوحاً.

وكان من الدراسات الهامة التي تم إجراؤها بخصوص الجمرات دراسة الازدحام عند الرجم فى حج عام ١٤٠٨هـ (٥) وقد هدفت هذه الدراسة إلى التعرف علي أنماط حركة الحجاج أثناء الرجم وغيرها من المعلومات التي تفيد في تشخيص أوضاع الازدحام

وتساهم بالتالي في الوصول إلى أنسب الحلول. وتم إجراء الدراسة عن طريق مقابلات شخصية ، وكان من أهم نتائجها هو تحديد عدد من خصائص الحجاج وتحركاتهم مثل مايلى:

أ- تراوحت أعمار الحجاج بين ١٦ ، ٨٢ عاماً وبلغ المتوسط الحسابي لأعمار الحجاج ٣٦ عاماً .

ب- بلغت نسبة الحجاج الراجمين نحو ٦٣,٣% ، ٥٨,٤% من إجمالى الحجاج يومى ١١ ، ١٢ ذى الحجة.

جـ- بلغت نسبة الحجاج الذين كانوا موكلين للرجم ٢٦% في يوم ١١ ذي الحجة وارتفعت هذه النسبة إلى ٣٦% في يوم ١٢ ذي الحجة .

د- كانت فترة الذروة لوصول الحجاج إلى جسر الجمرات من الساعة الواحدة حتى الثانية بعد الظهر يوم ١١ ذي الحجة ومن الساعة ١٢ حتى الواحدة يوم ١٢ذي الحجة .

هـ- نظراً إلى أن أعداد الحجاج التي تصل إلى الجسر في فترات الذروة تفوق معدلات الخروج من المنطقة بعد انتهاء نسك الرجم فإن التزاحم يتزايد مما يؤدي إلي إعاقة الحركة وتقليل سرعة أداء الرجم بصفة عامة.

و- كانت فترة الذروة لأداء نسك الرجم من حيث وقت بداية الرجم هي ما بين الساعة ١٢,٣٠ والساعة ١,٣٠ ظهراً يوم ١١ ذي الحجة وما بين الساعة ١٢ والساعة ١,٣٠ ظهراً يوم ١٢ ذي الحجة .

ز- كان إقبال الحجاج علي الرجم أعلى الجسر (٦٠ %) بالمقارنة بالرجم أسفل الجسر (٣٧ %) أو أعلي وأسفل الجسر (٣ %) .

ح - تراجع متوسط الزمن الذي استغرقه الحاج في الرجم ما بين ٢٤,٥ دقيقة إلي ٣٢,٨ دقيقة يوم ١١ ذي الحجة ومابين ١٧,٩ دقيقة إلي ٣١,٢ دقيقة يوم ١٢ ذي الحجة. كما لوحظ أن متوسط الزمن يزداد بازدياد العمر. وكان متوسط الزمن أعلى الجسر أقل منه أسفل الجسر .

ومن أهم الدراسات التى تم إجراؤها "دراسة الجمرات-١٤١٠" [٦] حيث إنها سبقت الوضع الجديد للجسر. وقد كان من أهم أهداف الدراسة استكمال بعض المعلومات التي

لم تدرس من قبل وتحديث معلومات أخرى سبق تغطيتها بحيث يمكن استعمال هذه المعلومات في بناء نموذج محاكاة دقيق بالحاسب الآلي يمثل عملية الرجم ، ويمكن بواسطته تجربة بدائل التطويرات والتحسينات المختلفة وملاحظة نتائجها الإيجابية والسلبية. كما هدفت هذه الدراسة إلى ملاحظة وتقويم تأثير التغيرات الهندسية التي أجريت بجسم جسر الجمرات خلال عام ١٤١٠ هـ - من توسعة للجزء الأوسط منه وتوسعة منحدر الدخول الرئيسي وإلغاء منحدري الخروج - على سيولة حركة الحجاج وتزاحمهم ومعدلات الرجم.

وقد اعتمدت خطة إجراء الدراسة على المراقبة والتصوير وإجراء مقابلات شخصية مع نماذج عشوائية من الحجاج في مختلف مناطق مني علي امتداد أيام التشريق .

وقد كان من أهم نتائج هذه الدراسة مايلي:

أ- أن نسبة الحجاج الذين قاموا بأنفسهم برمي الجمرات بلغت حوالي ٨٥% من مجموع حجاج الدراسة ، وقد قام ٧٨,٦% من هؤلاء الحجاج بالرجم عن أنفسهم فقط ، في حين أن ٢١,٤% منهم قاموا بالرجم عن أنفسهم وعن حجاج آخرين .

ب- بلغت نسبة الحجاج الذين يرمون من الدور الأرضي ٤٥,٦% والدور العلوي ٥١,٥% والدورين معا ٢,٩ % .

جـ- أن سهولة الوصول كانت أهم الدوافع بالنسبة للذين اختاروا الرجم من الدور الأرضي ، في حين كان تفادي الزحام هو أهم الدوافع بالنسبة للذين اختاروا الرمي من الدور العلوي .

د- بالنسبة لأوقات الرجم فإنه في يوم العاشر من ذي الحجة توجد ذروة واحدة تمتد ما بين شروق الشمس وحتى الساعة العاشرة صباحا ، وفي يوم الحادي عشر تمتد فترة الزحام ما بين الساعة ١٢ ظهرا حتى ٧ مساء وفي يوم ١٢ ذي الحجة تمتد فترة الازدحام منذ ما قبل الزوال بقليل حتي ما قبل الغروب بحوالي ساعة .

هـ- يستغرق حوالي ٦٠ % من الحجاج ما بين ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة في رمى الجمرات الثلاث .

و- يتحرك حوالي ٤٢% من الحجاج بمفردهم ، ٥٨ % يتحركون في مجموعات من شخصين فأكثر ، ونصف هذه المجموعات تضم نساء .

ز- بالنسبة لاتجاه حركة الحجاج فقد بلغ متوسط نسبة الحجاج الذاهبين في الاتجاه الصحيح ٥١,٨ % وبلغت نسبة الحجاج العائدين فى الاتجاه المعاكس ٣٧,٥% . كما بلغت نسبة الحجاج الواقفين والجالسين ١٠,٧ %.

ح- بالنسبة لكثافة الازدحام فإنها تصل إلي ٨,١٥ شخص/ متر مربع في مناطق الرجم وتأخذ عادة هذه المناطق شكلا بيضاويا غير منتظم . أما المناطق المحيطة بها فتصل الكثافة فيها إلى ٥ شخص / متر مربع . أما المناطق الواقعة بين الجمرات خارج النطاق المذكور سابقا فهي مناطق متخلخلة الزحام يقوم فيها الحجاج بالسير بين جمرة وأخرى أو عائدين بعد إتمام الرجم ، كما قد يقومون فيها بالوقوف أو الجلوس أو البيع والشراء ، وتتراوح الكثافة فى هذه المناطق ما بين ٠,٢ إلى ٢ شخص / متر مربع بمتوسط حوالى ٠,٤ شخص للمتر مربع .

ط- إن درجة صعوبة الرجم تزيد بنسبة بسيطة في الجمرة الصغرى وذلك نتيجة انحراف موقع الجمرة الصغرى عن محور منحدر الصعود الرئيسي مما يؤدى إلى تكتل أعداد كبيرة من الحجاج في الجهة الشمالية بخلاف الجمرتين الوسطى والكبرى .

ى- إن حوالي ٢٨% من الحجاج قد أصيبوا بجمرات حجاج آخرين .

ك- تشابهت آراء الحجاج حول صعوبة الوصول إلى الجمرات ومغادرتها لكل أيام الرجم على حدة. وتدرجت الصعوبة نحو الازدياد يوميا لتبلغ أقصاها في اليوم الأخير .

ل- وصلت نسبة الذين أصابوا الشاخص الحجري بجمراتهم إلى ٨٢,٧ % فى حين كانت نسبة الذين لم يحاولوا إصابته ١٤,٤% والذين رجموا بدون تفكير ٢,٩% .

وقد خلصت هذه الدراسة إلى مجموعة من التوصيات التنظيمية والهندسية . وقد كان من أهم التوصيات التنظيمية تشجيع عدم تكرار الحج لحجاج الداخل السعوديين

وحجاج دول مجلس التعاون الخليجي أسوة بباقي الحجاج المقيمين من الجنسيات الأخرى.

وفرض قيود على منح تأشيرات الحج لحجاج الخارج ممن سبق لهم الحج أسوة بالقيود المفروضة على حجاج الداخل من المقيمين. وتوعية الحجاج بمختلف الوسائل السمعية والمكتوبة حول أوقات الرجم الشرعية ومشاكل الرجم والاتجاهات الصحيحة للحركة وغيرها من الأمور المتعلقة بالرجم.

وبالنسبة للتوصيات الهندسية فقد تناولت الحاجة إلى إنشاء منحدرات نزول في الجزء المحصور بين الجمرتين الوسطي والكبرى بجسر الجمرات لتقليل الحركة العكسية علي جسم الجسر . و توجيه حركة الحجاج العائدين بعد رمي الجمرة الكبرى نحو منحدري الترول وذلك بواسطة عوائق غير صلبة. وإقامة نقاط مراقبة وإسعاف سريع علي جسر الجمرات وأسفله بالمناطق قليلة الازدحام مثل منتصف المسافة بين الجمرتين الصغرى والوسطى ومنتصف المسافة بين الجمرتين الوسطى والكبرى . وبالإضافة إلى ذلك توفير وسائل إخلاء رأسي لنقل المصابين من الدور العلوي إلي المستوى الأرضي في حالات الطوارئ . وعدم تشجيع فكرة تظليل جسر الجمرات إلا إذا اقترن ذلك بمنع الافتراش تماما علي الجسر . والعمل على تغيير شكل حلقات الرجم من الشكل الدائري إلي الشكل البيضاوي بحيث يتجه الطرف المدبب في اتجاه القدوم ويكون المحور الأطول في اتجاه محور الجسر مما يوفر طولا محيطيا أكبر لاستيعاب التزاحم حول حلقات الرجم ، ويقترح عمل برنامج محاكاة بالحاسب الآلي ليمكن تقويم أي هذه الأشكال أكثر كفاءة في استيعاب أعداد أكبر من الحجاج. وإقامة حواجز منحنية أمام دوائر الرجم في اتجاه القدوم وذلك لتوزيع حركة القادمين إلي حلقة الرجم نحو الجانبين . وعمل دوائر تلفزيونية مغلقة تنقل صورة الوضع عند الجمرات وعند المطاف إلى أجهزة عرض تلفزيونية علي الطرق الرئيسية للمشاة بمنى وإلى مخيمات مؤسسات الطوافة وذلك لنقل صورة الزحام ودرجة التزاحم عند هذه المشاعر إلى الحجاج قبل تحركهم نحوها لاتخاذ القرار بالذهاب أو تأجيله حسب درجة الزحام.

ومن أهم الدراسات أيضا التى أجريت على الجسر قبل تغيير وضعه بالإضافة للدراسة السابقة دراسة سعد القاضى (٧) وقد تم تقسيم الهدف الأساسى لهذه الدراسة إلى هدفين رئيسيين : الأول هو تحديد وتعريف المتغيرات الأساسية التى تتحكم بسلوك وحركة

المشاة في مثل هذه المواقع ، ثم ربط هذه المتغيرات مع بعضها البعض بمعادلات رياضية. أما الهدف الثانى فهو بناء نموذج رياضي يصف نظام الجمرات وقت الدراسة وطبيعة الحركة فيه ثم استخدام هذا النموذج لعمل محاكاة بالحاسب الآلي لنظام الجمرات لتقويم فاعليته. وقد اعتمد أسلوب الدراسة على تقسيم الحجاج المستخدمين لمنطقة الجمرات في النموذج الرياضي إلي نوعين أساسيين هما المستخدمين من الصنف الأول ، وهم الحجاج الذين ينوون القيام بعملية الرمي ، والحجاج من الصنف الثاني ، وهم الذين ينوون مغادرة المنطقة بعد إتمام عملية الرمي (أو ربما بسبب شدة الازدحام التي تمنعهم من أداء النسك بسلام). هذا وقد تم تطبيق نموذج الجمرات على حركة الحجاج حول حلقة رجم واحدة في الدور العلوي لجسر الجمرات .

ويتكون النموذج الرياضي المستخدم من مجموعة من المعادلات التفاضلية الجزئية الآنية التي تصف العمليات الرئيسة التي تتحكم بديناميكية وأداء نظام الجمرات ، وتم حل هذه المعادلات عدديا عن طريق تقسيم المكان المحيط بحلقة الرجم إلي خلايا صغيرة المساحة نسبيا ودراسة سلوك الحجاج داخل هذه الخلايا وحركتهم من خلية لأخرى حول الجمرة، حيث أمكن الحصول علي عدد من المقاييس التي تصف فاعلية أداء نظام الجمرات الحالي. وقد تم تحديد ثلاثة أنماط رئيسة لحركة وسلوك الحجاج حول الجمرة :

أ- الحركة في الاتجاه القطري نحو دائرة الرجم ، الحجاج الذين ينوون القيام بعملية الرمي (الصنف الأول) وبعيدا عن دائرة الرجم من قبل أولئك المغادرين بعد إتمام أداء النسك (الصنف الثاني) .

ب- الحركة في الاتجاه الجانبي (المحيطي) حول حلقة الرجم ، من قبل كلا الصنفين من الحجاج ، ذلك في محاولتهم تفادى ضغط الزحام والتوجه إلى أماكن أقل إزدحاما حول الجمرة.

جـ- الآلية التي يتم من خلالها تحول المستخدمين (الحجاج) من الصنف الأول إلى الصنف الثاني (بعد إتمامهم لعملية الرجم) .

وفيما يلي ملخص للنتائج الأساسية التي توصلت إليها الدراسة:

١- وجد أن حركة الحجاج في الاتجاه القطري هي الحركة السائدة حول الجمرة وذلك مقارنة بالحركة الجانبية ، وقد أمكن تطوير ومعايرة علاقتين رياضيتين مختلفتين بين

سرعة المشاة وكثافتهم منذ تحركهم في إتجاهين متعاكسين مع وجود تلاحم وتداخل كبير بين هذين الاتجاهين . وإحدى هاتين العلاقتين هو ما سمى بالنموذج الساكن (الإستاتيكي) والأخر المتغير (الديناميكي) .

٢- نظرا لمحدودية المعلومات التي أمكن جمعها لدراسة حركة الحجاج الجانبية حول حلقة الرجم فإنه لم يمكن التوصل إلي نموذج رياضي حاسم لوصف تلك الحركة ، حيث أن المعلومات المطلوبة لتحقيق ذلك تتطلب إمكانات إضافية ضخمة مما هو خارج نطاق هذه الدراسة ، مع ذلك فقد تم التوصل إلى مرئيات وصفية عن طبيعة حركة الحجاج الجانبية هناك ، فعلي سبيل المثال وجد أن الحجاج من الصنف الأول المتوجهين نحو حلقة الرجم يميلون إلى الحركة الجانبية باتجاه وسط الجسر . بينما يميل الصنف الثاني من الحجاج إلى مغادرة منطقة وسط الجسر إلى الجوانب في الاتجاه العرضي.

٣- أما بالنسبة للآلية التي يتم خلالها تحول الحجاج من الصنف الأول (القادمين) إلى الصنف الثاني (المغادرين) فقد وجد أن عدد الحجاج من الصنف الأول والذين يتحولون إلي مستخدمين من الصنف الثاني في مكان ما حول حلقة الرجم يعتمد على عاملين أساسيين هما :

أ- نسبة الحجاج من الصنف الأول الموجودين في ذلك المكان والذين يقررون القيام بعملية الرمي في ذلك الموقع .

ب- الوقت اللازم لكل حاج لأداء عملية الرجم . وقد تم جمع معلومات ميدانية لاستقصاء هذين العاملين ، وبتحليل تلك المعلومات وجد أن نسبة الحجاج من الصنف الأول الذين يقررون القيام بعملية الرجم من موقع ما حول الجمرة تزيد مع ازدياد درجة الازدحام وتنقص مع بعد المسافة عن حلقة الرجم. كما وجد أن تأثير درجة الازدحام على تلك النسبة تعادل حوالي ثلاثة أضعاف البعد عن حلقة الرجم . أما بالنسبة للعامل الآخر وهو الوقت اللازم لإتمام عملية الرجم ، فإن التحليل الإحصائي للمعلومات الميدانية بين أن هذا الوقت لا يعتمد على درجة الازدحام ولا على البعد عن حلقة الرجم بل يتغير عشوائيا من شخص لآخر كما وجد أن عملية الرجم هذه تستغرق من الحاج حوالي ٢٦ ثانية في المتوسط من أجل القيام بها حول حلقة رجم واحدة .

٤- عند تطبيق البرنامج الرياضي الذي تم بناؤه في هذه الدراسة مع استخدام العلاقات الرياضية المذكورة أعلاه لإجراء المحاكاة بالحاسب الآلي ، تبين أن أداء نظام الجمرات فى برنامج المحاكاة يبدو منطقيا ، وبمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من المحاكاة مع نتائج بعض الدراسات التي قام بها مركز أبحاث الحج التابع لجامعة أم القرى في مكة المكرمة لقياس أقصى سعة لمنطقة الجمرات على الطبيعة ، وجد أن نتائج هذه الدراسة كانت متطابقة تقريبا مع تلك الخاصة بمركز أبحاث الحج ، وحيث أن البرنامج المستخدم في البحث قدر أقصى تدفق ممكن للحجيج في الدور العلوي لجسر الجمرات بحوالي ٧٤٠٠٠ حاج في الساعة وذلك في اليوم الأول للرجم (العاشر من ذي الحجة) وحوالي ٤٤٠٠٠ حاج في الساعة في أيام الرمي الأخرى .

وقد أوصت هذه الدراسة بما يلي:

أ - التحكم بمعدلات الدخول :

التحكم بعدد الحجاج الذين يدخلون إلي منطقة الجمرات بحيث لا يزيد عددهم عن الحد الأقصى لسعة الجمرات ، ويمكن عمل الاحتياطات لذلك بتشغيل النظام علي معدل دخول يقل عن السعة القصوى بمقدار محدد يسمح بامتصاص الزيادات في عدد الداخلين التى لا يمكن التحكم بها .

ويمكن تطبيق ذلك على أرض الواقع عن طريق جدولة مواعيد وصول الحجاج لمنطقة الجمرات عن طريق مطوفيهم إن أمكن بحيث يتوافق معدل وصولهم مع الحد المطلوب لتشغيل المنشأة بطريقة مثلى ، ولكن نظرا لصعوبة التحكم بالحجيج من قبل مطوفيهم ، فإنه يقترح كذلك إدخال بعض التعديلات الهندسية على مداخل الجمرات بحيث يؤدي ذلك إلى التحكم في معدل الدخول مع الحرص الشديد على عدم تضييق المداخل بطريقة قد تؤدى إلى كارثة - لا سمح الله - (علي سبيل المثال يمكن استخدام أشخاص مدربين يركبون خيولا لعمل مر يضيق تدريجيا للتحكم بمعدل الدخول إذ إن هذا الأسلوب يضمن عدم انضغاط الحجيج على جدران صلبة عند تزاحمهم.

ب- إدخال تعديلات على تصميم المنشأة مثل :

١- توسعة حلقات الرجم نتج عنه زيادة في محيط تلك الحلقة والتي يتجمع حولها الحجاج أثناء رميهم للجمرات. بالإضافة إلى ذلك يستحسن زيادة ارتفاع الشاخص الحجري القائم في وسط حلقة الرجم ليسهل للحجاج رؤيته من مسافات أبعد .

٢- تعديل شكل حلقة الرجم إلى الشكل البيضاوى وفي الإتجاه الطولي للجسر .

ج- التأثير على سلوك الحجاج :

١- يجب تشجيع الحجاج علي القيام بأداء عملية الرجم من مسافات أبعد نسبيا عن حلقة الرجم مما هو عليه الوضع حاليا عن طريق تعليمهم وتثقيفهم من قبل مطوفيهم وكذلك بواسطة علماء الدين وذلك قبل وصولهم لمنطقة الجمرات ، وأيضا عن طريق توجيههم بواسطة مكبرات الصوت أثناء تواجدهم في منطقة الجمرات .

٢- يجب تشجيع الحجاج على الحركة الجانبية حول حلقة الرجم وذلك للحصول على توزيع منتظم حول الجمرة ، حيث يلاحظ حاليا أن الحجاج القادمين يتكدسون على الطرف القريب من المدخل الرئيسى للجمرات بينما الجانب الآخر شبه خال. ويمكن تطبيق ذلك في الواقع عن طريق إيصال معلومات حية مصورة للحجاج عن ظروف الازدحام حول الجمرة وتوضيح المناطق التي يقل فيها الازدحام لكي يتوجهوا إليها ، وهذا ممكن باستخدام التكنولوجيا الحديثة التي تستطيع توفير لوحات وشاشات عرض ضخمة يمكن تثبيتها بحيث تكون مرتفعة ويمكن رؤيتها من قبل الجميع والتي عن طريقها يمكن بث صور حية للمنشأة .

٣- منهجية البحث:

بعد تحديد المشكلة وأهداف البحث والاطلاع على الدراسات السابقة تم الاستفادة من ذلك فى تحديد منهج البحث الحالى. وقد استخدم فى هذا البحث المنهاج الاستطلاعى التحليلى المقارن وقد تضمنت هذه المنهجية مايلى:

٣-١: خصائص الحجاج الراجلين وتحركاقم:

تم عمل مقابلات مع عينة عشوائية من الحجاج شملت ١٢٦٠ حاجا. وقد تم تقدير حجم العينة المطلوب إحصائيا باستخدام المعادلة التالية (٨):

$$E = \pm Z \ \sqrt{(p*(١-p)/n)} \ *(١-n/N)$$

حيث:

E = نسبة الخطأ المسموح به

Z = المتغير الموحد

P= النسبة الحقيقية

n= حجم العينة المطلوب

N = حجم المجتمع

ويلاحظ من هذه المعادلة أن حجم العينة قد أخذ فى الاعتبار عددا من العوامل مثل نسبة الخطأ المسموح به ، والنسبة الحقيقية ومعامل الثقة وفى هذه الحالة إذا فرض أن النسبة الحقيقية =٠,١ ومعامل الثقة =٠,٩٠ ، ونسبة الخطأ =٣% فإنه ينتج عن ذلك عينة مقدارها ٢٧٩ شخصا. وحيث أن العينة التى تم جمعها تزيد عن ذلك الرقم فيمكن القول أن حجمها مقبول إحصائيا.

٣-٢ إعداد وبناء أنموذج المحاكاة الاحتمالى:

يتلخص الهدف الرئيسى بالنسبة لإعداد وبناء أنموذج المحاكاة الاحتمالى فى تقدير الطاقة الاستيعابية الآمنة لمنطقة الجمرات. وقد اختلف منهج هذه الدراسة عن سابقتها من الدراسات. ففى دراسة سعد القاضى [٧] والتى قصدت نفس الهدف فقد ذكرت الدراسة

أنه وجد أن حركة الحجاج في الاتجاه القطري هي الحركة السائدة حول الجمرة وذلك مقارنة بالحركة الجانبية ، وقد أمكن تطوير ومعايرة علاقتين رياضيتين مختلفتين بين سرعة المشاة وكثافتهم منذ تحركهم في إتجاهين متعاكسين مع وجود تلاحم وتداخل كبير بين هذين الاتجاهين . وأحد هاتين العلاقتين هو ما سمى بالنموذج الساكن (الاستاتيكي) والآخر المتغير (الديناميكي) . أما نظراً لمحدودية المعلومات التي أمكن جمعها لدراسة حركة الحجاج الجانبية حول حلقة الرجم فإنه لم يمكن التوصل إلي نموذج رياضي حاسم لوصف تلك الحركة ، حيث أن المعلومات المطلوبة لتحقيق ذلك تتطلب إمكانات إضافية ضخمة مما هو خارج نطاق هذه الدراسة ، مع ذلك فقد تم التوصل إلى مرئيات وصفية عن طبيعة حركة الحجاج الجانبية هناك ، فعلي سبيل المثال وجد أن الحجاج من الصنف الأول المتوجهين نحو حلقة الرجم يميلون إلى الحركة الجانبية باتجاه وسط الجسر . بينما يميل الصنف الثاني من الحجاج إلى مغادرة منطقة وسط الجسر إلى الجوانب في الاتجاه العرضي.

وتلافياً لجمع المعلومات الضخمة وللوصول إلى دقة أعلى فقد اعتمد هذا المنهج على تقسيم عملية الرجم إلى عدة أنشطة مختلفة ، يتم قياس أزمنة إتمام كل منها ميدانياً. ويلاحظ أن هذه الأزمنة تتضمن عدة متغيرات-شاملة خصائص الحجيج وتحركاتهم-كالآتى:

$$Ti = f(X١, X٢, X٣, \ldots\ldots\ldots,Xn)$$

حيث المتغير العشوائى (Ti) يمثب الزمن اللازم لإتمام النشاط (i) ، و كلاً من المتغيرات المستقلة (X) تمثل متغيرة عشوائية (Random Variable) لأحد خصائص حركتهم. فعلى سبيل المثال فإن عمر الحاج أو قدرته البدنية يعتبر عنصراً من العناصر الدالة على زمن الرجم. لذا فإن استخدام متغيرات عشوائية لأزمنة الأنشطة المختلفة هى أفضل تعبير لبناء أنموذج محاكاة احتمالى (stochastic Simulation Model) يمكن من خلاله تقدير الطاقة الاستيعابية متضمناً خصائص الحجاج المختلفة بالإضافة إلى خصائص تحركاتهم. وكذلك عوامل أخرى مؤثرة على عملية الرجم المرئية منها وغير المرئية. وقد تم تقسيم الأنشطة حسب مايلى:

النشاط الأول: الاستعداد للرجم عند الجمرة الصغرى. ويبدأ من بداية دخول الراجم دائرة الرجم وحتى قبل بدء الرجم.

النشاط الثانى: رجم الجمرة الصغرى ، ويعنى ذلك الزمن اللازم لرجم الجمرة الصغرى حتى الانتهاء منه.

النشاط الثالث: الخروج من رجم الجمرة الصغرى ويعنى ذلك الزمن اللازم ابتداءً من إكمال الرجم وحتى الخروج من دائرة الرجم.

النشاط الرابع: الدعاء عند الجمرة الصغرى.

النشاط الخامس: التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى.

النشاط السادس: الاستعداد للرجم عند الجمرة الوسطى.

النشاط السابع: رجم الجمرة الوسطى.

النشاط الثامن : الخروج من رجم الجمرة الوسطى.

النشاط التاسع: الدعاء عند الجمرة الوسطى.

النشاط العاشر: التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى.

النشاط الحادى عشر: الاستعداد للرجم عند الجمرة الكبرى.

النشاط الثانى عشر: رجم الجمرة الكبرى.

النشاط الثالث عشر: الخروج من رجم الجمرة الكبرى.

النشاط الرابع عشر: الدعاء عند الجمرة الكبرى.

وباعتبار أن الحاج يمر بهذه المراحل من الأنشطة فقد تم تسجيل أزمنة كل منها بواسطة ١٨ طالباً فى أوقات مختلفة كل منها تعبر عن حالات الكثافات المنخفضة ،والمتوسطة ، والعالية. وقد تم تحديد تلك الأوقات بناءً على الدراسات السابقة التى تمت من قبل والتى تبين أوقات الرجم من حيث الذروة واللاذروة ، ويبين الجدول رقم (٣-١) هذه الأوقات.

وقد تم توزيع الطلاب (المشاركين من الرقم ١ إلى الرقم ١٨) فى الطابقين الأرضى والعلوى كما هو مبين فى الجدول رقم (٣-٢).

ويهدف توزيع الطلاب المبين فى الجدول إلى عشوائية تسجيل القراءات بحيث يشارك كل طالب فى تسجيل القراءات أسفل وأعلى الجسر وكذلك فى مختلف الأوقات.

جدول (٣-١): توقيتات الكثافات المنخفضة والمتوسطة والعالية

اليوم	زمن الكثافة المنخفضة	زمن الكثافة المتوسطة	زمن الكثافة العالية
١٤١٥/١٢/١٠هـ	٦-١٠صباحاً	١٠-١٤ظهراً	١٤-١٩عصراً
١٤١٥/١٢/١١هـ	١٣-١٥صباحاً	١٥-١٨ظهراً	١٨-٢١عصراً
١٤١٥/١٢/١٢هـ	١٣-١٥ صباحاً	١٥-١٨ظهراً	١٨-٢١عصراً

جدول (٣-٢): توزيع الطلاب المشاركين فى تسجيل القراءات على جسر الجمرات

	الأيام								
	١٤١٥/١٢/١٠هـ			١٤١٥/١٢/١١هـ			١٤١٥/١٢/١٢هـ		
الكثافة	عالية	متوسطة	منخفضة	عالية	متوسطة	منخفضة	عالية	متوسطة	منخفضة
أرقام	١	١٠	١	١٠	١٠	١	١٠	١	١
الطلاب	٢	١١	٢	١١	١١	٢	١١	٢	٢
أعلى	٣	١٢	٣	١٢	١٢	٣	١٢	٣	٣
الجسر	٤	١٣	٤	١٣	١٣	٤	١٣	٤	٤
	٥	١٤	٥	١٤	١٤	٥	١٤	٥	٥
	٦	١٥	٦	١٥	١٥	٦	١٥	٦	٦
	٧	١٦	٧	١٦	١٦	٧	١٦	٧	٧
	٨	١٧	٨	١٧	١٧	٨	١٧	٨	٨
	٩	١٨	٩	١٨	١٨	٩	١٨	٩	٩
أرقام	١٠	١	١٠	١	١	١٠	١	١٠	١٠
الطلاب	١١	٢	١١	٢	٢	١١	٢	١١	١١
أسفل	١٢	٣	١٢	٣	٣	١٢	٣	١٢	١٢
الجسر	١٣	٤	١٣	٤	٤	١٣	٤	١٣	١٣
	١٤	٥	١٤	٥	٥	١٤	٥	١٤	١٤
	١٥	٦	١٥	٦	٦	١٥	٦	١٥	١٥
	١٦	٧	١٦	٧	٧	١٦	٧	١٦	١٦
	١٧	٨	١٧	٨	٨	١٧	٨	١٧	١٧
	١٨	٩	١٨	٩	٩	١٨	٩	١٨	١٨

وقد تم وضع خطة توزيع الطلاب بحيث يمكن الحصول على عدد كبير من القراءات لكل طالب.

وقد استهدفت الخطة بناء نموذج محاكاة احتمالى باستخدام لغة "سلام-٢ II SLAM" وقد تم فى الأنموذج ربط الأنشطة المختلفة بعضها ببعض. وباعتبار أن أماكن الاختناقات (Bottle necks) تحدث عند أماكن الرجم فقد تم تقدير الطاقة الاستيعابية (حسب المواصفات) لدائرة الرجم باستخدام القطر الحالى وبفرض زيادته إلى ٢٠ متراً ، فى حالات الكثافات المنخفضة والمتوسطة والعالية.

٤- مرحلة التحليل:

٤-١- خصائص الحجاج الراجمين:

أمكن تقسيم الحجاج حسب جنسياتهم إلى مجموعات متقاربة جغرافياً واجتماعياً وحضارياً فى مجموعات كالتالى:

مجموعة ١: السعودية

مجموعة ٢:دول الخليج العربى واليمن

مجموعة ٣:مصر

مجموعة ٤:دول الشام والعراق

مجموعة ٥: السودان والصومال وموريتانيا

مجموعة ٦: دول المغرب العربى وليبيا

مجموعة ٧: الدول الأفريقية غير العربية

مجموعة ٨: دول جنوب آسيا وأفغانستان

مجموعة ٩: دول جنوب شرق آسيا

مجموعة ١٠: تركيا والدول الأوربية وأمريكا

مجموعة ١١: إيران

٤-١-١- الجنسية:

شملت العينة العشوائية مختلف الجنسيات للمجموعات المختلفة ويوضح الجدول رقم (٤-١) التوزيع النسبى للحجاج فى العينة ويلاحظ من الجدول اختلاف نسب الجنسيات المختلفة بالعينة ويبلغ أعلى نسبة للحجاج المصريين (٢٥,٣%) يليها دول جنوب آسيا (٢٢,٣%) بينما يبلغ أدناها للحجاج الإيرانيين (١.١%). وهنا يجب توضيح أن عدد المستجيبين للاستبيان من مؤسسة إيران يعد عدداً قليلاً لا يمكن الاستفادة منه فى النتائج إحصائياً حيث أن العينة المأخوذة من هذه المجموعة تعد صغيرة الحجم ولكن أبقى عليه فى الجداول التالية فقط للاسترشاد بقدر الإمكان. كما أن نسب حجاج العينة لاتعكس الواقع الفعلى لنسب الحجاج جميعاً حيث أن هناك بعض

التحيز الذى يمكن أن يعزى إلى تركيبة الطلاب الجنسية وعدم تجاوب بعض الحجاج من جنسيات معينة.

جدول (٤-١): التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب جنسياتهم

رقم المجموعة	المجموعة	%	رقم المجموعة	المجموعة	%
١	السعودية	١٦,٦	٧	الدول الأفريقية غير العربية	٤
٢	دول الخليج العربى واليمن	٣,٦	٨	دول جنوب آسيا وأفغانستان	٢٢,٣
٣	مصر	٢٥,٣	٩	دول جنوب شرق آسيا	١٠
٤	دول الشام والعراق	٥.٥	١٠	تركيا والدول الأوربية وأمريكا	٢,٧
٥	السودان والصومال	٥,٦	١١	إيران	١.١
٦	دول المغرب العربى وليبيا	٣.٣	-	المجموع	١٠٠

٤-١-٢- العمر:

يوضح جدول (٤-٢) التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب العمر ويتضح من هذا الجدول مايلى:

أولاً: بالنسبة للفئة العمرية أقل من ٢٠ عاماً: فإن متوسط نسبة حجاج العينة فى هذه الفئة بوجه عام تبلغ ٣,٢٠% لمختلف الحجاج بينما تصل إلى ١٠,٢% للحجاج السعوديين وتعد هذه أعلى نسبة بالمقارنة بمختلف المجموعات ويمكن تفسير ذلك بإقبال الشباب السعودى على الحج أكثر من الدول الأخرى نظراً لقرب المشاعر لهم.

ثانياً: تعتبر نسبة متوسطى العمر بوجه عام من الحجاج (بين ٢١ سنة إلى ٤٠ سنة) نسبة عالية (٧١,٩٠%) وبالنسبة للمجموعات المختلفة فإن مجموعة الدول الأفريقية غير العربية تمثل أعلى نسبة لهذه الفئة من العمر حيث تبلغ (٨٩,٦%) وأقلها يحدث بالنسبة لمجموعة دول المغرب العربى (٥٦,١%).

ثالثاً: بالنسبة للفئة العمرية بين ٤١ ، ٦٠ عاماً فإنها تبلغ ٢٣,١% بوجه عام لمختلف الحجاج وتختلف من مجموعة لأخرى حيث تبلغ أعلى ما يمكن لحجاج دول المغرب العربى (٣٩%) وأقل ما يمكن لحجاج الدول الأفريقية غير العربية (٨,٣%).

رابعاً: بالنسبة للفئة العمرية ٦١ فأكثر فإنها تبلغ ١,٨% بوجه عام لمختلف الحجاج وتختلف من مؤسسة لأخرى حيث تبلغ أعلى ما يمكن لحجاج دول المغرب العربى (٤,٩%).

وتدل هذه الأرقام بصفة عامة على أن أغلبية الحجاج هم فى سن الشباب وليسوا من كبار السن كما يظن الكثير من الناس فمثلا يلاحظ أن هناك نسبة ٩٥% ذات عمر بين ٢١ ، ٦٠ عاماً ويبلغ متوسط العمر للحجاج ٣٥ عاماً وهذا يتفق مع دراسة الازدحام عند الرجم –١٤٠٨هـ والتى تبين منها أن متوسط العمر هو ٣٦ عاماً وهذا يوضح عدم وجود فرق جوهرى بين عمر الحجاج عامى ١٤٠٨ ، ١٤١٥هـ.

جدول (٤–٢): التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب العمر

رقم المجموعة	فئات العمر / المجموعة	أقل من ٢٠ عاماً	٢١–٤٠	٤١–٦٠	أكثر من ٦٠ عاماً	المجموع
١	السعودية	١٠,٢	٧٠,٦	١٦,٣	٢,٩	١٠٠
٢	دول الخليج العربى واليمن	٨,٩	٦٢,٢	٢٦,٧	٢.٢	١٠٠
٣	مصر	١,٣	٧٤	٢٤,١	٠,٦	١٠٠
٤	دول الشام	–	٦٩,٦	٢٧,٥	٢,٩	١٠٠
٥	السودان والصومال	٢.٩	٦٥,٧	٣١,٤	–	١٠٠
٦	دول المغرب العربى	–	٥٦,١	٣٩	٤,٩	١٠٠
٧	الدول الأفريقية غير العربية	–	٨٩,٦	٨,٣	٢,١	١٠٠
٨	دول جنوب آسيا	٢,٥	٧١,٤	٢٣,٢	٢,٩	١٠٠
٩	دول جنوب شرق آسيا	–	٧٨,٦	٢١,٤	–	١٠٠
١٠	تركيا والدول الأوربية وأمريكا	٧,٤	٥٩,٣	٣٣,٣	–	١٠٠
١١	إيران	–	٧٥	٢٥	–	١٠٠
–	المتوسط	٣,٢	٧١,٩	٢٣,١	١,٨	١٠٠

٤-١-٣- مستوى التعليم:

يوضح جدول (٤-٣) التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب مستوى التعليم ويتضح من هذا الجدول مايلي:

أولاً: انخفاض مستوى الأمية بوجه عام بين مختلف الحجاج حيث تقل عن ١٠% وتختلف نسبة الأمية من مجموعة لأخرى ويبين الجدول عدم وجود أمية بالنسبة لإيران (وذلك لقلة عددالمستجيبين للاستبيان من مؤسسة إيران كما ذكر من قبل).

ثانياً: تعد أكثر المؤسسات من ناحية الأمية مؤسسة جنوب آسيا (١٤,٤%) يليها الدول العربية (٨,٩%).

ثالثاً: من ناحية التعليم الجامعى فتعد مجموعة السعوديين والمصريين أعلى المؤسسات من حيث ذلك.

ومن هذه النتائج يظهر ارتفاع المستوى التعليمى للحجاج وأنه من الممكن استخدام العلامات الإرشادية المكتوبة بلغاتهم لتوجيه معظمهم.

جدول (٤-٣): التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب مستوى التعليم

رقم المجموعة	مستوى التعليم / المجموعة	أمي	يقرأ ويكتب	ابتدائي حتى الثانوى	جامعي وفوق الجامعي	المجموع
١	السعودية	١,٩	٣,٨	٤٦,٦	٤٧,٧	١٠٠
٢	دول الخليج العربي واليمن	٨,٩	٢٢,٢	٤٢,٢	٢٦,٧	١٠٠
٣	مصر	٨,٥	٨,٢	٣٥	٤٨,٣	١٠٠
٤	دول الشام	٤,٣	٨,٧	٥٠,٧	٣٦,٣	١٠٠
٥	السودان والصومال وموريتانيا	١١,٤	٤,٣	٦٢,٩	٢١,٤	١٠٠
٦	دول المغرب العربي	١٢,٢	٤,٩	٤٣,٩	٣٩	١٠٠
٧	الدول الأفريقية غير العربية	٨	١٢	٤٢	٣٨	١٠٠
٨	دول جنوب آسيا	١٤,٨	١٦,٦	٤٥,١	٢٣,٥	١٠٠
٩	دول جنوب شرق آسيا	٥,٦	٣١,٢	٥٧,٦	٥,٦	١٠٠
١٠	تركيا والدول الأوربية وأمريكا	٣	٦,١	٤٨,٥	٤٢,٤	١٠٠
١١	إيران	-	١٤,٣	٣٥,٧	٥٠	١٠٠
-	المتوسط	٨,٣	١٢	٤٥,١	٣٤,٦	١٠٠

٤-١-٤- عدد مرات الحج:

يوضح الجدول رقم (٤-٤) التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب عدد مرات الحج ويتضح من هذا الجدول مايلى:

أولاً: ارتفاع نسبة من يؤدون فريضة الحج لأول مرة بالنسبة لمجموعة جنوب شرق آسيا (٧٥%) ، يليها جنوب آسيا (٦١,٦%) ، ثم دول الشام (٦٠,٩%).

ثانياً: بصفة عامة يمكن القول بأن أكثر من ٥٠% من إجمالى الحجاج يؤدون فريضة الحج لأول مرة مما يبين ضرورة تكثيف الإرشاد والتوجيه نظراً لعدم معرفتهم وخبرتهم بالأماكن المقدسة من حيث الطرق والخدمات ورمى الجمرات. كما يتبين من الجدول أن نسبة الحجاج عموماً الذين يؤدون فريضة الحج لثانى مرة تصل إلى ٢٢,٣%. والملفت للنظر أيضا أن هناك بعض الحجاج يؤدون فريضة الحج لخامس مرة وأكثر سواءً من السعوديين أو الجنسيات الأخرى. ويحتاج ذلك للتعرف على التوزيع النسبى للحجاج حسب إقامتهم سواء من داخل أو خارج المملكة. ويبين الجدول رقم (٤-٥) ذلك حيث يتبين أن نسبة الحجاج الذين أدوا فريضة الحج لأول مرة بالنسبة للحجاج السعوديين تصل إلى ٣١,٥% فقط وتعد هذه النسبة أقل من تلك للحجاج المقيمين (٤٦,١%) وحجاج الخارج (٦٧,٥%). ويعد ذلك أمراً طبيعياً لقرب المشاعر للإخوة السعوديين عن الجنسيات الأخرى. وبالطبع فإن نسبة السعوديين الذين أدوا فريضة الحج أكثر من مرة ارتفعت عن تلك النسبة الخاصة بالجنسيات الأخرى فمثلاً يلاحظ أن الحجاج السعوديين الذين أدوا فريضة الحج خمس مرات فأكثر تصل إلى ٢١,٧% مقارنة بنحو ١٠,٨% للمقيمين ، و٤,٢% للحجاج خارج المملكة. وتؤكد هذه الأرقام ظاهرة الحج المتكرر والتى تعد سبباً رئيساً فى الازدحام فى الحج. ولتخفيف حدة هذا الازدحام يجب اتخاذ القرارات والإجراءات المناسبة التى تحد من تكرار هذه الظاهرة على وجه العموم سواء للسعوديين أو المقيمين.

جدول (٤-٤): التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب عدد مرات الحج

رقم المجموعة	المجموعة / عدد مرات الحج	أول مرة	ثانى مرة	ثالث مرة	رابع مرة	خامس مرة وأكثر	المجموع
١	السعودية	٣١,٥	٢٤,٦	١٥,٨	٦,٤	٢١,٧	١٠٠
٢	دول الخليج العربي واليمن	٢٣,٨	٣١	١٤,٣	٩,٥	٢١,٤	١٠٠
٣	مصر	٥٢,٤	٢٤	١٣,٧	٤,٨	٥,١	١٠٠
٤	دول الشام	٦٠,٩	٢٦,٦	٤,٧	٣,١	٤,٧	١٠٠
٥	السودان والصومال وموريتانيا	٣١,٤	٢٢,٩	١٤,٣	٨,٦	٢٢,٩	١٠٠
٦	دول المغرب العربي	٥١,٢	١٢,٢	١٢,٢	١٢,٢	١٢,٢	١٠٠
٧	الدول الأفريقية غير العربية	٣٥,٤	١٦,٧	١٨,٨	١٠,٤	١٨,٨	١٠٠
٨	دول جنوب آسيا	٦١,٦	٢٢,٨	٧,٨	٣	٤,٩	١٠٠
٩	دول جنوب شرق آسيا	٧٥	١٤,٢	٥	١,٧	٤,٢	١٠٠
١٠	تركيا والدول الأوربية وأمريكا	٥٦,٣	١٨,٨	٩,٤	٣,١	١٢,٥	١٠٠
١١	إيران	٧٥	١٦,٧	-	٨,٣	-	١٠٠
-	المتوسط	٥١	٢٢,٣	١١,٤	٥,١	١٠,٢	١٠٠

جدول (٤-٥): التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب عدد مرات الحج طبقاً لإقامتهم

فئات العمر	السعوديون	المقيمون	من خارج المملكة
الحج الأول	٣١,٥	٤٦,١	٦٧,٥
الحج الثانى	٢٤,٦	٢٤,٨	١٧,٢
الحج الثانى	١٥,٨	١٢,٨	٧,٣
الحج الثالث	٦,٤	٥.٥	٣,٨
الخامس وأكثر	٢١.٧	١٠,٨	٤,٢
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠

٤-٢- خصائص حركة الحجاج الراجمين:

تعد دراسة حركة الحجاج الراجمين ذات أهمية عالية حيث يفيد ذلك فى التعـــرف على خصائص تحركاهم وفيما يلى سوف يتم تناول هذه الخصائص:

٤-٢-١ : توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب الجنسية:

يوضح جدول (٤-٦) التوزيع النسبى للحجاج على كل من الدورين الأرضى والعلوى للجنسيات المختلفة ويتضح من هذا الجدول أن أعلى نسبة من الحجاج يستخدمون الدور الأرضى باستثناء الحجاج الإيرانيين هم حجاج جنوب شرق آسيا (٦٥,٦%) يليهم حجاج المغرب العربى (٦٣,٤%) فدول الخليج (٦٢,٨) وأقلهم استخداماً للدور الأرضى حجاج الشام (٤٦,٤%) ويمكن تفسير ذلك بتوزيعهم المكانى بمنى. وبالنسبة لمختلف الحجاج فإن الجدول يوضح أن الدور الأرضى أكثر استخداماً من العلوى حيث تصل نسبة الحجاج المستخدمين لهذا الدور ٥٤,٥%.

٤-٢-٢ : توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب العمر:

وبالنسبة لتأثير العمر على اختيار الدور المناسب للرجم فإن جدول (٤-٧) يبين التوزيع النسبى للحجاج على الدورين الأرضى والعلوى حسب العمر. ويتبين من هذا الجدول بصفة عامة ارتفاع نسبة من يستخدمون الدور الأرضى حيث تبلغ هذه النسبة ٥٤,٥% كما ذكر من قبل. وفى حالة فئات الأعمار ٢١-٤٠ ، ٤١-٦٠ ، أكثر من ٦٠ عاماً فإن نسب من يستخدمون الدور الأرضى لهذه الفئات العمرية تعتبر متقاربة جداً حيث تتراوح بين ٥٣,٨% ، ٥٤,٤% مما يعطى فرقاً مقداره ٠,٦% فقط بالنسبة للدور الأرضى. كما أنه بالنسبة للدور العلوى فتعتبر هذه النسب متقاربة أيضاً حيث تتراوح بين ٤٥,٦% إلى ٤٦,٢% مما ينتج عنه فرقاً مقداره ٠,٦% فقط. وبالتالى يمكن اعتبار أن العمر ليس له تأثير على اختيار الدور.

ويتبين ذلك أكثر من جدول (٤-٨) الذى يوضح توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب العمر لكل دور على حدة ويتضح من هذا الجدول أن التوزيع النسبى للحجاج لكل من الدورين لفئات العمر المختلفة متقارب جداً ففى الفئة العمرية ٢١-٤٠ عاماً يلاحظ وجود تقارب بين نسبة الحجاج على كل من الدورين حيث تبلغ النسبة ٦٩,٦% فى حالة الدور الأرضى ، ٧٢,٥% فى حالة الدور العلوى. وفى حالة الفئة العمرية ٤١-٦٠ عاماً فإنه يلاحظ تقريباً تساوى نسبة الحجاج الواقعين فى هذه الفئة. أما للفئة العمرية ٦١ فأكثر فإنه يلاحظ أن نسبة الحجاج فى الدور الأرضى (٣,٤%) أعلى من تلك النسبة

للدور العلوى (٥٢%). وتوضح هذه الأرقام أنه بالنسبة للفئتين العمريتـــين (٢١-٤٠) ، (٤١-٦٠عاماً) فإن العمر يعتبر غير ذات تأثير فى اختيار الدور.

جدول (٤-٦): توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب الجنسية

رقم المجموعة	الدور / المجموعة	الأرضى	العلوى	المجموع
١	السعودية	٤٨,٣	٥١,٧	١٠٠
٢	دول الخليج العربى واليمن	٦٢,٨	٣٧,٢	١٠٠
٣	مصر	٥٩,٢	٤٠,٨	١٠٠
٤	دول الشام	٤٦,٤	٥٣,٦	١٠٠
٥	السودان والصومال وموريتانيا	٤١,٤	٥٨,٦	١٠٠
٦	دول المغرب العربى	٦٣,٤	٣٦,٦	١٠٠
٧	الدول الأفريقية غير العربية	٦٠	٤٠	١٠٠
٨	دول جنوب آسيا	٤٨	٥٢	١٠٠
٩	دول جنوب شرق آسيا	٦٥,٦	٣٤,٤	١٠٠
١٠	تركيا والدول الأوربية وأمريكا	٦٠,٦	٣٩,٤	١٠٠
١١	إيران	٩٢,٩	٧,١	١٠٠
-	المتوسط	٥٤,٥	٤٥,٥	١٠٠

جدول (٤-٧): توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب العمر فى الدورين

العمر / الدور	أقل من ٢٠ عاماً	٢١-٤٠	٤١-٦٠	أكثر من ٦٠ عاماً	كل العينة
الأرضى	٦٦,٧	٥٣,٨	٥٤,٤	٥٤,٢	٥٤,٥
العلوى	٣٣,٣	٤٦,٢	٤٥.٦	٤٥,٨	٤٥,٥
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

جدول (٤-٨): توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب العمر لكل دور على حدة

العمر / الدور	أقل من ٢٠ عاماً	٢١-٤٠	٤١-٦٠	أكثر من ٦٠ عاماً	كل العينة
الأرضى	٤.٤	٦٩,٦	٢٢,٦	٣,٤	١٠٠
العلوى	٢,٧	٧٢,٥	٢٢,٨	٢	١٠٠

٤-٢-٣: توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب الأيام المختلفة للرجم:

يبين جدول (٤-٩) توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب الأيام المختلفة للرجم ويتضح من هذا الجدول أنه فى أول أيام الرجم (١٠ ذى الحجة) أن نسبة من يستخدمون الدور الأرضى بالمقارنة بالأيام الأخرى عالية حيث تصل إلى ٦١,١% ويمكن تبرير ذلك بأن الراجمين فى ذلك الوقت يكونوا قادمين من مزدلفة وبالتالى يوقف الكثير منهم مركباقم سواء حافلات أو الأنواع الأخرى من المركبات أقرب ما يمكن عند الجمرة الكبرى فى الدور الأرضى ويقومون برجم الجمرة الكبرى من الدور الأرضى. أما فى يوم ١١ ذى الحجة فإن نسبة المستخدمين للدور الأرضى تقل حيث تصل إلى ٥٣,٨% لانتفاء السبب المذكور يوم العاشر من ذى الحجة وقدوم الحجاج من أماكن متفرقة ومنها مؤسساقم وتبعاً لطبيعة الزحام على الدور الأرضى يضطر بعض الحجاج للصعود للدور العلوى. أما فى يوم الثانى عشر فإن نسبة الحجاج المستخدمين للدور الأرضى تقل حيث تبلغ ٤٤,٨% نظراً لقدوم كثير من الحجاج من مؤسساقم فى هذا اليوم ورغبتهم فى استخدام الدور العلوى لقربه لهم. ويتضح ذلك أكثر من جدول (٤-١٠). حيث يتبين من هذا الجدول ما يلى:

أ- بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة فإنه يلاحظ ارتفاع نسبة القادمين من مؤسساقم أو مزدلفة عن القادمين من الأماكن الأخرى (٤٠,١%) بغض النظر عن الدور المستخدم. أما بالنسبة لاستخدام الدورين فإنه يلاحظ بالنسبة للدور الأرضى ارتفاع نسبة القادمين من الحرم أو مكة (٣٠,٩%) عن القادمين من مؤسساقم أو مزدلفة (٢٦,٨%) أو القادمين من ربوة الحضارم (٢٤,٣%). وبالنسبة للدور العلوى فإنه يلاحظ من الجدول أن نسبة القادمين من مؤسساقم أو مزدلفة تعتبر أعلى نسبة حيث تبلغ ٥٧,٢% ويعتبر هذا أمر طبيعى حيث تعتبر الجمرة الكبرى فى الدور

العلوى أقرب للوصول بالنسبة للقادمين من جهة مزدلفة عن القادمين من جهة الحرم أو مكة المكرمة.

ب- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة فإنه يلاحظ ارتفاع نسبة القادمين من مؤسساتهم (٥٦,٣%) عن القادمين من الأماكن الأخرى بالنسبة للدورين معاً. كما يلاحظ ارتفاع نسبة القادمين من مؤسساتهم أو مزدلفة ويقبلون على الدور الأرضى والعلوى (٤٨,٢% ، ٦٣,٨% على التوالى) عن القادمين من الأماكن الأخرى ، وفى نفس الوقت يلاحظ ارتفاع نسبة من يرمون الجمرات فى الدور العلوى والقادمين من مؤسساتهم (٦٣,٨%) عن أولئك الذين يستخدمون الدور الأرضى (٤٨,٢%).

جـ- بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة فإنه يلاحظ تقريباً تساوى نسبة القادمين من مؤسساتهم مع القادمين من الحرم أو مكة (٣٥,٣%). أما بالنسبة لاستخدام الدور الواحد فيلاحظ ارتفاع نسبة من يقبلون على الدور الأرضى سواءً القادمين من الحرم أو مكة (٤٠,٥%) عن القادمين من ربوة الحضارم (٣١,٦%) وعن القادمين من مؤسساتهم (٢٧,٩%). كما يلاحظ من الجدول ارتفاع نسبة من يستخدمون الدور العلوى والقادمين من مؤسساتهم (٤٢,١%) عن المستخدمين للدور الأرضى والقادمين من الحرم أو مكة المكرمة ٣٠,٨% ، ومن ربوة الحضلوم ٢٧,١%.

جدول (٤-٩): توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب أيام الرجم

الدور \ العمر	١٠ ذى الحجة	١١ ذى الحجة	١٢ ذى الحجة	كل العينة
الأرضى	٦١,٦	٥٣,٨	٤٤,٨	٥٤,٥
العلوى	٣٨,٤	٤٦,٢	٥٥,٢	٤٥,٥
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

جدول (٤-١٠): توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب أماكن قدومهم

العمر / جهة القدوم	١٠ ذى الحجة			١١ ذى الحجة			١٢ ذى الحجة			المجموع		
	الأرضى	العلوى	المجموع	الأرضى	العلوى	المجموع	الأرضى	العلوى	المجموع	الأرضى	العلوى	المجموع
من الموسسة أو مزدلفة	٢٦,٨	٥٧,٢	٤٠,١	٤٨,٢	٦٣,	٥٦,٣	٢٧,٩	٤٢,١	٣٥,٦	٣٧	٥٥	٤٦,١
من الحرم أو مكة	٣٠,٩	٢٤	٢٧,٩	٤٤.٢	٣٠,	٣٧,١	٤٠,٥	٣٠,٨	٣٥,٣	٤٠	٢٩,	٣٤,٦
من ربوة الحضارم	٢٤,٣	١٨,٧	٣٢	٧,٦	٥,٧	٦.٦	٣١,٦	٢٧,١	٢٩,١	٢٣	١٥,	١٩,٣
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

وقد لوحظ فى حج الأعوام الماضية ضيق السلم المؤدى من ربوة الحضارم إلى الجمرات. وقد تبين من النتائج أن القادمين من هذه الربوة يشكلون ٢٩,١% من الراجمين يوم الثانى عشر من ذى الحجة. وتوضح التحليلات أن نسبة ٢٦,٧% من هؤلاء يأتون خلال ساعة الذروة . وهذا ينتج عنه أن نسبة ٧,٧٧% يستخدمون السلم خلال ساعة الذروة. وفى حالة وصول عدد الراجمين إلى ١,٠٠٠,٠٠٠ راجماً فإن عرض السلم يجب أن يبلغ ٠,٠٧٧٧(١٠٠٠٠٠٠) ÷ ٤٩(٦٠)= ٢٦ متراً

٤-٢-٤: توزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب عدد المرافقين:

يوضح جدول (٤-١١) التوزيع النسبى لعدد الحجاج المرافقين لكل حاج حسب الجنسية ويتضح من هذا الجدول أنه بصفة عامة فإن الحجاج الذين يرجمون بمفردهم تبلغ نسبتهم ٣٤,٨% فقط بالنسبة لجميع الجنسيات مما يعطى انطباعاً عن أن حوالى ثلثى الحجاج يسيرون جماعات. كما يتبين من الجدول أن حجاج جنوب شرق آسيا هم أكثر الحجاج حضوراً للجمرات ومعهم مرافقين حيث تصل نسبة الحجاج ذات مرافقين فى هذه المجموعة إلى ٨٧,٢% يليهم حجاج دول المغرب العربى ٨٢,١% ثم حجاج دول الشام بنسبة ٧٥%.

كما يتضح من هذا الجدول أن الجنسيات التى تأتى جماعات ذات عدد أكبر من ٥ أفراد وذات نسبة أكثر من ٢٠% هى دول الخليج ودول المغرب العربى وجنوب آسيا وجنوب شرق آسيا على الترتيب.

ويدعم جدول (٤-١٢) الاستنتاج بارتفاع نسبة الحجاج فى جنوب شرق آسيا ذات مرافقين حيث يتضح من الجدول أن نسبة ٩٦% من هذه الفئة يرمون الجمرات بأنفسهم

فقط مما يعنى حضور ٩٦% من حجاج هذه الفئة بأنفسهم لرمى الجمرات ويتفق هذا إلى حد كبير مع دراسة الجمرات (١٤١٠هـ) والتى تبين أن نسبة الراجمين بأنفسهم من هذه المجموعة تصل إلى ٩١,٩% وتعتبر هذه النسبة أعلى نسبة للمجموعات الأخرى لذلك العام مما يعنى ثبات هذا الاتجاه بالنسبة لهذه المجموعة وتعتبر نسبة دول الشام الأقل بالنسبة لرمى الجمرات . كما يتضح من نفس الجدول أن نسبة الحجاج الذين يرمون عن أنفسهم فقط بالنسبة لجميع الحجاج تبلغ ٨٤,١% مما يدل ذلك على ارتفاع عدد الراجمين من الحجاج.

وبالنسبة لعدد المرافقين وعلاقتهم بالأيام المختلفة فيلاحظ من جدول (٤-١٣) التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب الأيام المختلفة للحج. ويتبين من النتائج أنه يوجد تقارب إلى حد كبير بين نسب الحجاج فى أعداد المرافقين للراجمين فى أيام الحج المختلفة بحيث يمكن القول أنه لايوجد فرق جوهرى فى أعداد المرافقين على مدار أيام الحج. ويمكن تفسير ذلك بثبات تحرك الحجاج فى مجموعات كل منها تضم عددا من الأفراد.

جدول (٤-١١): التوزيع النسبي لعدد الحجاج المرافقين لكل حاج حسب الجنسية

رقم المجموعة	عدد المرافقين / المجموعة	بدون مرافق	من ١-٥ مرافقين	أكثر من ٥ مرافقين	المجموع
١	السعودية	٣٠,٥	٤٥,٢	٢٤,٤	١٠٠
٢	دول الخليج العربى واليمن	٢٧,٣	٤٠,٩	٣١,٨	١٠٠
٣	مصر	٤٦,٣	٤٧,٤	٦,٣	١٠٠
٤	دول الشام	٢٥	٦٠,٣	١٤,٧	١٠٠
٥	السودان والصومال وموريتانيا	٤٤,٩	٣٦,٢	١٨,٨	١٠٠
٦	دول المغرب العربى	١٧,٩	٥٦,٤	٢٥,٦	١٠٠
٧	الدول الأفريقية غير العربية	٣٧,٥	٤٧,٩	١٤,٦	١٠٠
٨	دول جنوب آسيا	٣٨,٥	٣٧	٢٤,٥	١٠٠
٩	دول جنوب شرق آسيا	١٢,٨	٦٦,٤	٢٠,٨	١٠٠
١٠	تركيا والدول الأوربية وأمريكا	٣٨,٩	٤٤,٤	١٦,٧	١٠٠
١١	إيران	٤٢,٩	١٤,٣	٤٢,٩	١٠٠
-	المتوسط	٣٤,٨	٤٦,٣	١٨,٩	١٠٠

جدول (٤-١٢): التوزيع النسبى لعدد الحجاج حسب طريقة رميهم الجمرات

رقم المجموعة	كيفية الرجم / المجموعة	عن نفسى فقط	عن آخرين	المجموع
١	السعودية	٨١,٦	١٨,٤	١٠٠
٢	دول الخليج العربى واليمن	٨٤,١	١٥,٩	١٠٠
٣	مصر	٨٢,٥	١٧,٥	١٠٠
٤	دول الشام	٧٧,٦	٢٢,٤	١٠٠
٥	السودان والصومال وموريتانيا	٨٠	٢٠	١٠٠
٦	دول المغرب العربى	٧٣,٢	٢٦,٨	١٠٠
٧	الدول الأفريقية غير العربية	٨٧,٨	١٢,٢	١٠٠
٨	دول جنوب آسيا	٨٦.٨	١٣,٢	١٠٠
٩	دول جنوب شرق آسيا	٩٦	٤	١٠٠
١٠	تركيا والدول الأوربية وأمريكا	٧٨,١	٢١,٩	١٠٠
١١	إيران	٨٤,٦	١٥,٤	١٠٠
-	المتوسط	٨٤,١	١٥,٩	١٠٠

جدول (٤-١٣): التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب أعداد المرافقين فى أيام الحج المختلفة

اليوم / عدد المرافقين	١٠ ذى الحجة	١١ ذى الحجة	١٢ ذى الحجة	كل العينة
بدون مرافق	٣٥,٨	٣٣,١	٣١,٧	٣٤,٨
من ١-٥ مرافقين	٤٤,٩	٤٤,٥	٤٥,٥	٤٦,٣
أكثر من ٥ مرافقين	١٩,٣	٢٢,٤	٢٢,٨	١٨,٩
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

ويفيد جدول (٤-١٤) فى تحديد مإذا كان هناك صعوبات أثناء الرمى من عدمه بطريقة غير مباشرة. فإذا كان يمكن للحجاج الحركة معاً طول الوقت فإن ذلك يدل على عدم

وجود معوقات وفى حالة عدم قدرتهم على الحركة معاً طول الوقت فإن ذلك يعكس وجود زحام يحول دون حركة الحجاج معاً.

ويلاحظ من جدول (٤-١٤) أنه بالنسبة لجميع الأيام فإن الحركة فى الدور الأرضى تعتبر أصعب نسبياً عنه بالنسبة للدور العلوى حيث تبلغ نسبة من لايمكنهم التحرك معاً فى الدور الأرضى ٢٠,٤% مقارنة بنحو ١٧,٩% فى الدور العلوى يوم ١٠ ذى الحجة. وفى يوم ١١ ذى الحجة فإن هذه النسب تصل إلى ١٨,٧% ، ١٣,٣% للدورين الأرضى والعلوى على التوالى. وكذلك يتبين أيضاً بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة أن الدور الأرضى أكثر ازدحاما من الدور العلوى حيث تبلغ نسبة الذين لا يمكنهم التحرك معا فى الدور الأرضى ٢٥,٧% مقارنة بنحو ١٨% فى الدور العلوى.

جدول (٤-١٤): التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب كيفية تحرك المرافقين فى أيام الحج المختلفة

اليوم / الدور / كيفية التحرك	١٠ ذى الحجة		١١ ذى الحجة		١٢ذى الحجة	
	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى
يتحركون معاً طول الوقت	٧٩,٦	٨٢,١	٨١,٣	٨٦,٧	٧٤,٣	٨٢
لا يمكنهم التحرك معاً طول الوقت	٢٠,٤	١٧,٩	١٨,٧	١٣,٣	٢٥,٧	١٨
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

٤-٢-٥- التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيت وصولهم الجمرات:

يبين جدول (٤-١٥) والأشكال أرقام (٣،٤،٥) التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيتات وصول الحجاج للرجم ويتضح من الجدول والأشكال مايلى:

أ- بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة يتزايد أعداد الحجاج القادمين إلى الجمرات وتقع فترة الذروة بين الساعة السادسة صباحاً حتى العاشرة حيث تبلغ نسبة الحجاج القادمين خلال هذه الفترة ٥٩,٨% وتبلغ أعلى نسبة للقادمين إلى الجمرات خلال

الساعة ٧-٨ صباحاً حيث تبلغ هذه النسبة ١٧,١% يليها من ٦-٧ صباحاً حيث تصل هذه النسبة إلى ١٥,٣% كما يتضح من الجدول.

ب- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة تمتد مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى السادسة مساءً. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة لقدوم الحجاج تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهراً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ١٤,٨% .

جـ- بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة فيلاحظ وجود فترتى ذروة أولاهما تحدث الساعة ١١-١٢ صباحاً حيث تصل نسبة الحجاج خلال هذه الساعة ١٤% وثانيها خلال الساعة ٤-٥ مساءً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ٢٠,٢% وتبين الأشكال فترة الذروة والتى تمتد ابتداءً من الساعة ١١ صباحاً حتى الساعة ٦ مساءً.

٤-٢-٦- التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيت بدء ونهاية رجمهم الجمرات:

يبين جدول (١٥) والأشكال أرقام (٣،٤،٥) التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيتات توقيت بدء ونهاية رجمهم الجمرات ويتضح من الجدول والأشكال مايلى:

أ- بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة يتزايد أعداد الحجاج الذين يقومون برجم الجمرات وتقع فترة الذروة بين الساعة السادسة صباحاً حتى الحادية عشرة حيث تبلغ نسبة الحجاج الراجمين خلال هذه الفترة ٧٠% وتبلغ أعلى نسبة للراجمين خلال الساعة ٧-٨ صباحاً حيث تبلغ هذه النسبة ١٨,٤% يليها من ٩-١٠ صباحاً حيث تصل هذه النسبة إلى ١٦,٦% كما يتضح من الجدول. أما بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة السابعة إلى الساعة الثانية عشرة حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٦٨,١% من الحجاج من الرجم.

ب- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة بالنسبة لبداية الرجم تمتد مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى السادسة مساءً حيث تشير الأرقام أنه فى خلال هذه الفترة يقوم ٧٠,١% من الحجاج بالقيام بأداء الرجم. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة للراجمين تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهراً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ١٣,٦% . أما

بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة الواحدة حتى الساعة السابعة مساءً حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٧٧% من الحجاج من الرجم.

جـ- بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة بالنسبة لبداية الرجم تمتد مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى السادسة مساءً حيث تشير الأرقام أنه فى خلال هذه الفترة يقوم نحو ٨٢.٧% من الحجاج بالقيام بأداء الرجم. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة للراجمين تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهراً حيث تصل نسبة الحجاج إلى ٢٣,٨%. أما بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة الواحدة حتى الساعة السابعة مساءً حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٨٨,٦% من الحجاج من الرجم.

- وهناك بعض الملاحظات على التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيت وصولهم وبدء ونهاية رجمهم الجمرات حيث يلاحظ من الجدول والأشكال مايلى:

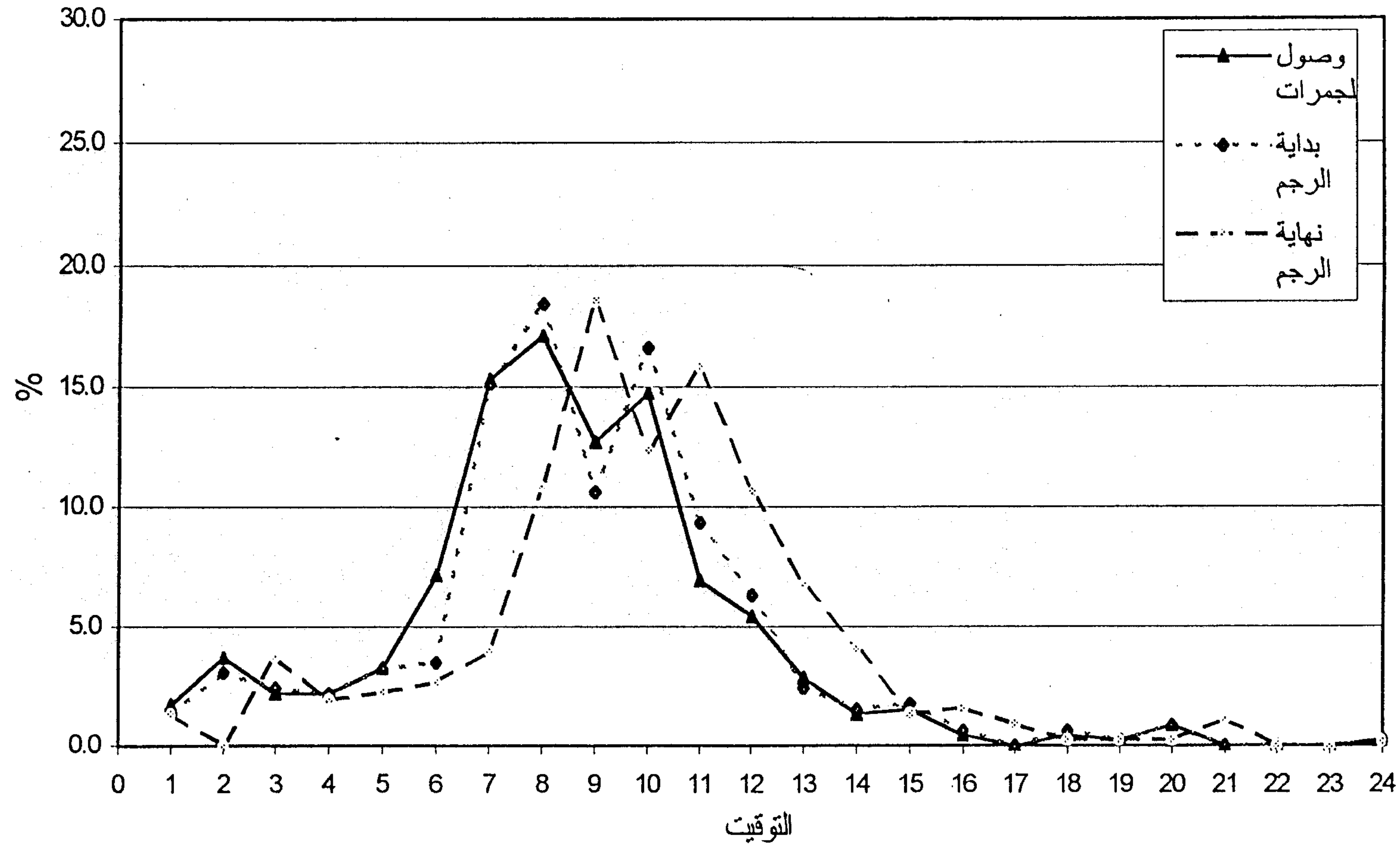
أولا: وجود زحزحة أفقية تختلف من شكل لآخر بين كل من منحنيات الوصول وبدء الرجم ونهايته وهذا أمر طبيعى حيث أن الوصول يسبق بدء الرجم والأخير يسبق نهاية الرجم مما يشير إلى منطقية النسب التى تم الحصول عليها.

ثانياً: حدوث أمر ملحوظ يوم الثانى عشر وهو وصول ١٤% من الحجاج بدءً من الساعة الحادية عشرة صباحاً فى حين أن من قاموا بالرجم خلال هذه الساعة ٠,٧% فقط مما يعنى تكدس هؤلاء الحجاج على الجسر انتظاراً للرجم.

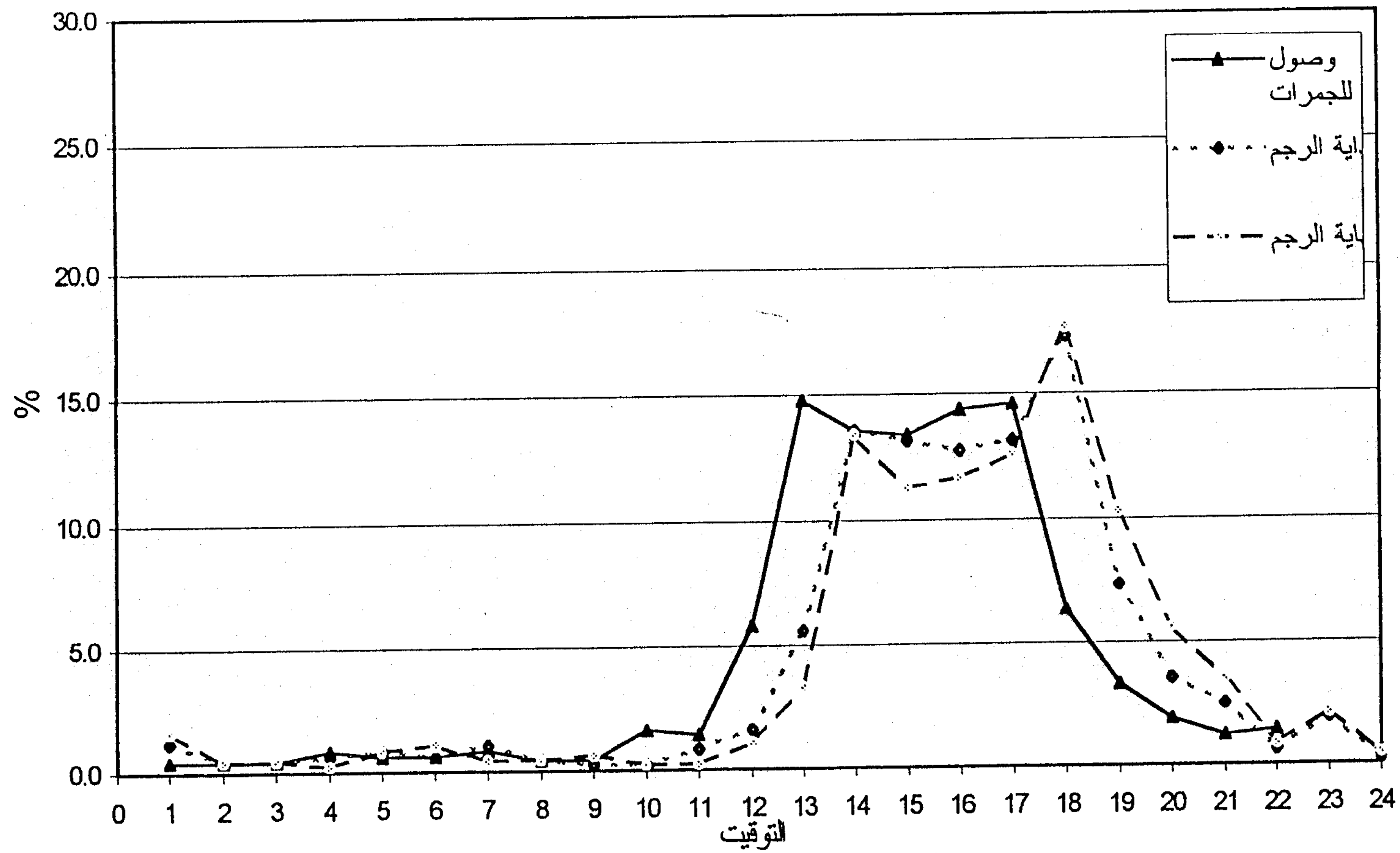
جدول (٤-١٥): التوزيع النسبي للحجاج الراجمين حسب توقيت وصولهم للرجم

التوقيت	يوم ١٠ ذى الحجة			يوم ١١ ذى الحجة			يوم ١٢ ذى الحجة		
	وصول	بداية الرجم	نهاية الرجم	وصول	بداية الرجم	نهاية الرجم	وصول	بداية الرجم	نهاية الرجم
٢٤ ليلا إلى ١ص	١,٧	١,٣	١,٣	١,٢	١,٢	١,٦	٠,٣	٠,٣	٠,٧
١-٢ص	٣,٧	٣	–	٠,٤	٠,٤	٠,٤	–	–	–
٢-٣ص	٢.٢	٢,٤	٣,٧	٠,٤	٠,٤	٠,٤	٠,٧	٠,٣	٠,٧
٣-٤ص	٢.٢	٢.٢	١,٩	٠,٤	٠,٦	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٣
٤-٥ص	٣,٢	٣,٢	٢.٢	٠,٨	٠,٨	٠,٨	٠,٣	٠,٣	٠,٣
٥-٦ص	٧,١	٣,٥	٢,٦	٠,٦	٠,٦	١	–	–	–
٦-٧ص	١٥,٣	١٥,١	٣,٩	٠,٦	١	٠,٤	–	–	–
٧-٨ص	١٧,١	١٨,٤	١٠,٨	٠,٨	٠,٤	٠,٤	–	–	–
٨-٩ص	١٢,٧	١٠,٦	١٨,٦	٠,٤	٠,٢	٠,٦	٠,٣	٠,٣	–
٩-١٠ص	١٤,٧	١٦,٦	١٢,٣	٠,٤	٠,٢	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٣
١٠-١١ص	٦,٩	٩,٣	١٥,٨	١,٦	٠,٨	٠,٢	١,٦	١,٣	٠,٣
١١-١٢ص	٥,٤	٦,٣	١٠,٦	١,٤	١,٦	١	١٤	٠,٧	١,٦
١٢-١٣ظهراً	٢,٨	٢,٤	٦,٧	٥,٨	٥,٦	٣.٣	٣.٣	٢,٦	١
١٣-١٤ظهراً	١,٣	١,٥	٤,١	١٤,٨	١٣,٦	١٣,٤	١٢,٧	٢٣,٨	١٨,٦
١٤-١٥مساءً	١,٥	١,٧	١,٣	١٣,٦	١٣,٢	١١,٣	١١,٤	١١,٤	١٢,٧
١٥-١٦ مساءً	٠,٤	٠,٦	١,٥	١٣,٤	١٢,٨	١١,٧	١٢,١	١٠,٧	١٢,٤
١٦-١٧مساءً	–	–	٠,٩	١٤,٤	١٣,٢	١٢,٦	٢٠,٢	٢١,٢	١٩,٢
١٧-١٨ مساءً	٠,٤	٠,٦	٠,٢	١٤,٦	١٧,٣	١٧,٧	١٣	١٥,٦	١٥,٣
١٨-١٩ مساءً	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٦,٤	٧,٤	١٠,٣	٥.٥	٦,٢	١٠,٤
١٩-٢٠مساءً	٠,٩	٠,٩	٠,٢	٣.٣	٣,٥	٥,٦	٢,٩	٣,٦	٤,٩
٢٠-٢١ مساءً	–	–	١.١	١,٩	٢,٥	٣,٥	٠,٧	٠,٧	١
٢١-٢٢ مساءً	–	–	–	١,٢	٠,٦	٠,٨	–	–	–
٢٢-٢٣ مساءً	–	–	–	١,٤	١,٩	٢,١	–	–	–
٢٣-٢٤مساءً	٠,٢	٠,٢	٠,٢	–	٠,٢	٠,٤	٠,٣	٠,٣	٠,٣

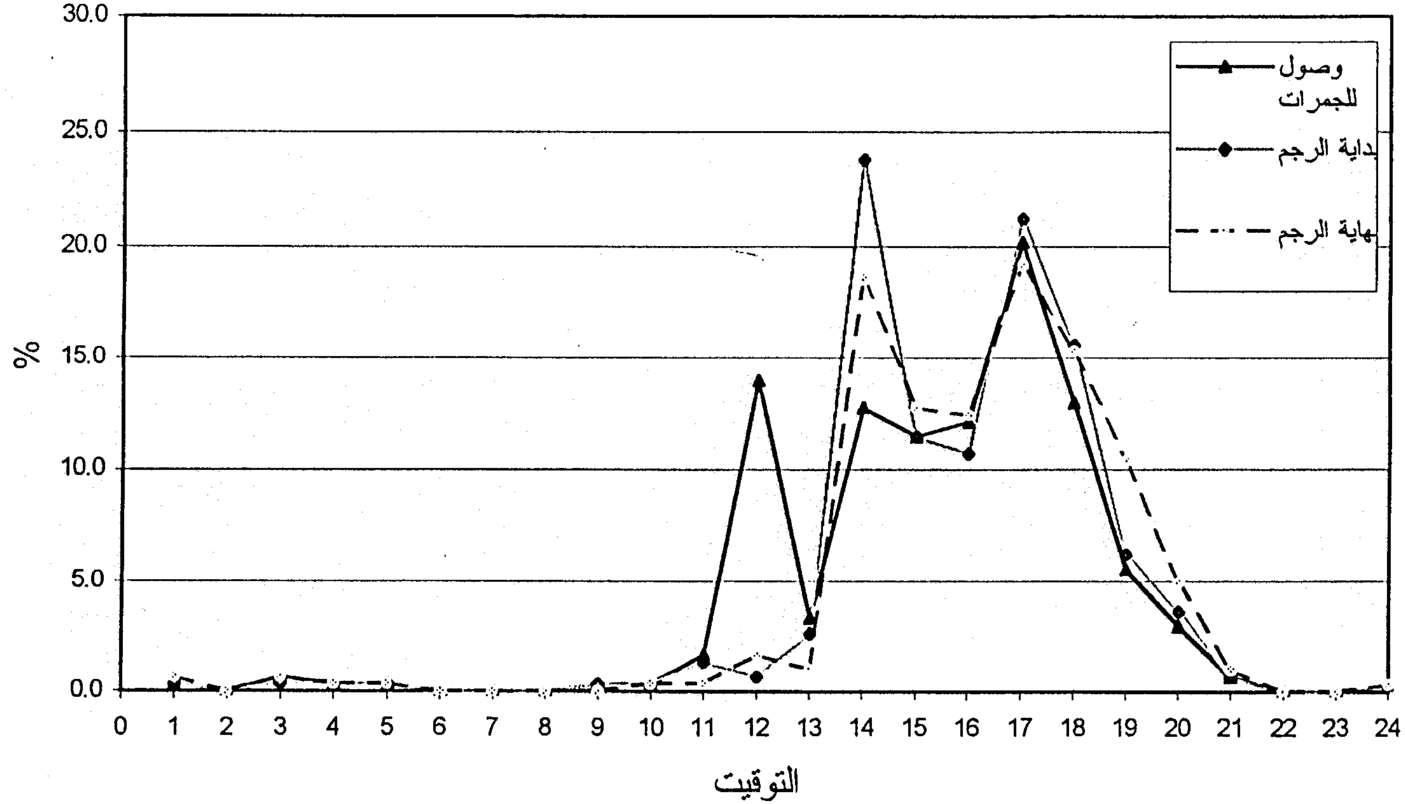
شكل (3) التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب وصولهم وبداية ونهاية الرجم يوم 10 ذى الحجة



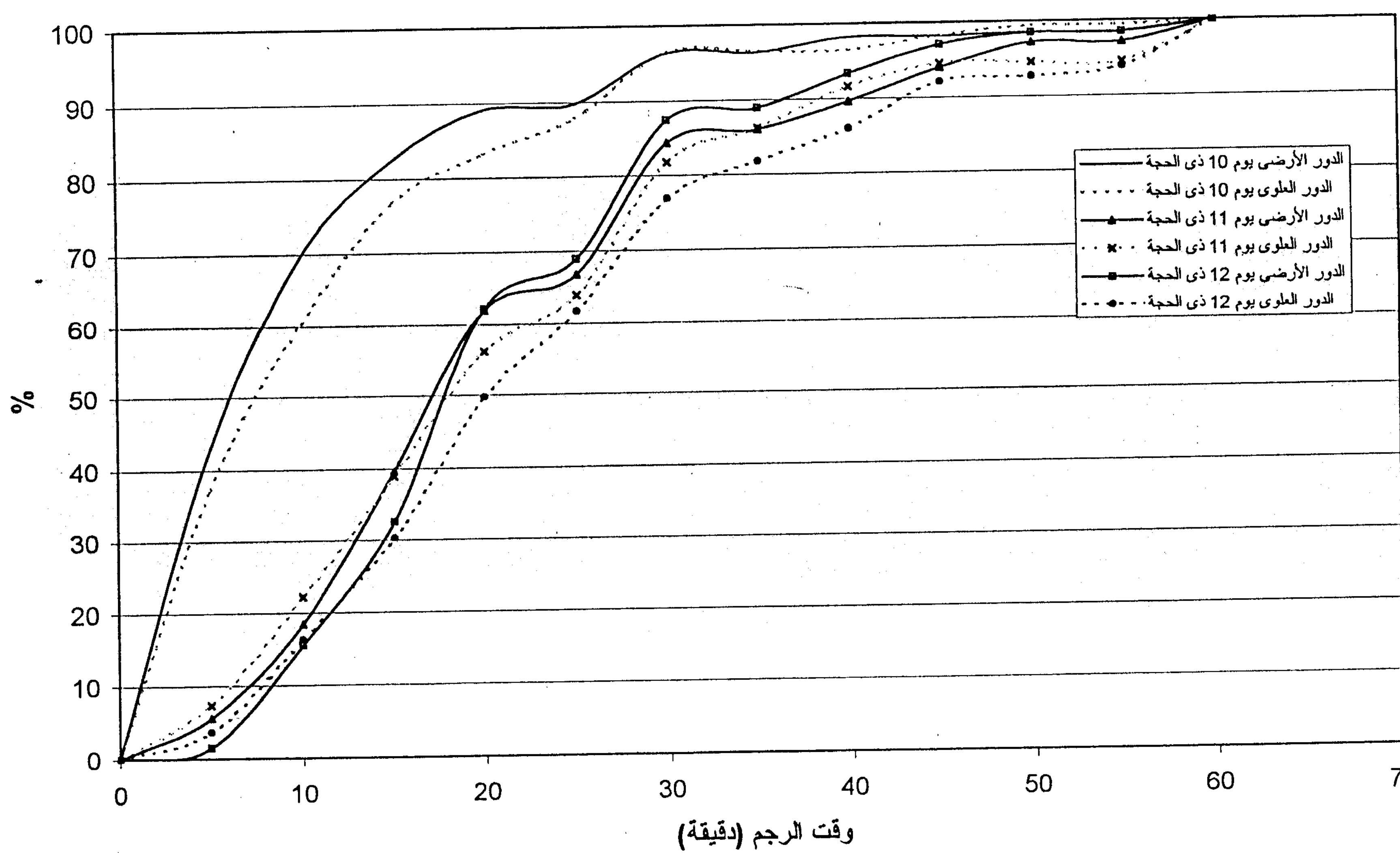
شكل (4): التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب وصولهم وبداية ونهاية الرجم يوم 11 ذى الحجة



شكل (5): التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب وصولهم وبداية ونهاية الرجم يوم 12 ذى الحجة



شكل (6): التوزيع النسبى التجميعى للراجمين حسب وقت الرجم



٤-٢-٧- التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب الزمن الذى انتظروه منذ وصولهم الجمرات حتى بداية الرجم:

يوضح جدولا (٤-١٦) ، (٤-١٧) التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب الزمن الذى انتظروه منذ وصولهم الجمرات حتى بداية الرجم وكذلك متوسط زمن الانتظار على التوالى ويتضح من جدول (٤-١٦) اختلاف نسب توزيع الحجاج حسب الزمن الذى انتظروه من يوم لآخر ومن الدور الأرضى للدور العلوى باستثناء يوم العاشر من ذى الحجة والذى تظهر فيه الأرقام أن الدور الأرضى أزحم من الدور العلوى حيث تصل نسبة الذين لم ينتظروا ٤٤,٢% ، ٤٥,٧% فى الدورين على التوالى لكن يلاحظ وجود تقارب واضح بين الزمنين فى كل من الدورين.. أما فى يوم الحادى عشر فيتبين الاختلاف الواضح فى التوزيع النسبى فى الدورين ففى حين لاينتظر سوى ٤٠,٦% من الحجاج فى الدور الأرضى يلاحظ أنه بالنسبة لنفس اليوم فإن هناك نسبة ٥٣,١% فقط لاتنتظر أى وقت فى الدور العلوى وإنما تدخل عملية الرجم مباشرة مما يعكس وجود تزاحم أكبر على الدور الأرضى فى هذا اليوم عنه بالنسبة للدور العلوى. وبالنسبة ليوم الثانى عشر فيظهر العكس أى وجود تزاحم أكبر فى الدور الأرضى عنه بالنسبة للعلوى حيث تبين الأرقام أنه بينما يدخل فى عملية الرجم نحو ٤٥,٦% من الحجاج دون أدنى انتظار فى الدور العلوى نجد أن هناك نسبة ٤٠,٩% فقط يمكنها فعل ذلك فى الدور الأرضى وتعتبر هذه أقل نسبة على مدار الأيام المختلفة فى الحج مما يعكس وجود تزاحم أعلى من أى يوم آخر. ويدعم جدول (٤-١٧) ذلك حيث يتبين أن متوسط زمن الانتظار فى الدور الأرضى تبلغ ٢٣,٥ دقيقة بينما تصل فى حالة الدور العلوى ١٧,٤ دقيقة.

جدول (٤-١٦): التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب الزمن الذى انتظـروه منـذ وصولهم الجمرات حتى بداية الرجم

اليوم / الزمن بالدقيقة	١٠ ذى الحجة		١١ ذى الحجة		١٢ذى الحجة	
	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى
صفر	٤٤,٢	٤٥,٧	٤٠,٦	٥٣,١	٤٠,٩	٤٥,٦
١-١٥ دقيقة	٣٩,٢	٣٨,٣	٤٩	٣١,٧	٣٨,٦	٤٠,٢
١٦-٣٠ دقيقة	١٠,٤	١٠,٩	٦,٥	١٠,٧	٣,٧	١,٨
٣١-٦٠ دقيقة	٤	٤	٢,٧	٣,١	٠,٧	١,٢
أكثر من ساعة	٢.٢	٠,٥	١,٢	١,٤	١٦,١	١١,٢
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

جدول (٤-١٧): متوسط زمن الانتظار منذ وصول الحجاج الجمرات حتى بداية الرجم

اليوم / الزمن بالدقيقة	١٠ ذى الحجة		١١ ذى الحجة		١٢ذى الحجة	
	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى
متوسط زمن الانتظار(دقيقة)	١٢	١١,٥	٨,٢	٨,١	٢٣,٥	١٧,٤

٤-٢-٨ ـ التوزيع النسبي للحجاج الراجمين حسب وقت الرجم :

يبين جدول (٤-١٨) متوسط زمن الرجم ويلاحظ أنه بالنسبة ليوم ١٠ ذي الحجة فـإن هذا المتوسط يعتبر أقل من تلك القيم ليومى ١١ ، ١٢ ذي الحجة حيث تصل تلك القيـم إلى ٢٤ ، ٢٦ دقيقة للدورين الأرضى والعلوى ، ٢٦،٢٣ دقيقة لفس الدوريـــن علـى التوالى يوم ١٢ ذى الحجة وتبلغ تلك القيم تقريباً ضعف تلك التى تم الحصول عليها ليــوم ١٠ ذى الحجة. ويمكن تعليل ذلك بأن الحجاج يرمون يوم ١٠ ذى الحجة جمرة واحـــدة بينما يرمون يومى ١١ ، ١٢ ذى الحجة الثلاث جمرات ويتبين من شـــكل (٦) مـــدي التقارب بين منحنيات التوزيع النسبي للحجاج حسب وقت الرجم يوم ١٠ ذي الحجة في

الدورين الأرضي والعلوي وكذلك بين تلك المنحنيات يومى ١١ ، ١٢ ذي الحجة في الدورين الأرضي والعلوي أيضا.

جدول (٤-١٨) : متوسط زمن الرجم (دقيقة)حسب آراء الحجاج

١٠ ذي الحجة		١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة	
الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي
١١,٥	١٣,٠	٢٤,٠	٢٦,٠	٢٣,٠	٢٦,٠

٤-٢-٩- التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب أسباب اختيارهم للدور:

بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب أسباب اختيارهم للدور الأرضى أو العلوى فإنه يظهر من جدول رقم (٤-١٩) أن نسبة من يفضلون استخدام الدور العلوى تجنباً للزحام أعلى من نسبة من يستخدمون الدور الأرضى لنفس السبب بصفة عامة. ويزيد ذلك بدرجة كبيرة يوم الثانى عشر من ذى الحجة حيث تصل تلك النسبة إلى ٤٦,١%. وبالنسبة لسبب سهولة الوصول فيلاحظ ارتفاع نسبة من يفضلون الدور الأرضى لهذا السبب عن تلك النسبة للدور العلوى. ويجب الذكر هنا أنه من المعتقد أن الدور الأرضى يعد سهل الوصول نسبيا عن الدور العلوى للقادمين من ربوة الحضارم وكذلك يعتبر الدور العلوى سهل الوصول نسبياً للقادمين من المؤسسة عن الدور الأرضى. ويؤيد جدول (٤-٢٠) ذلك فبالنسبة للقادمين من مؤسساقم يتبين من الجدول أن نسبة من يقصدون الدور العلوى أعلى من هؤلاء القاصدين الدور الأرضى وذلك لمختلف أيام الرجم. كذلك القادمين من مكة المكرمة ومن ربوة الحضارم فإنه يتضح من الجدول أن نسبة من يستخدمون الدور الأرضى أعلى من الذين يستخدمون الدور العلوى فى جميع أيام الرجم.

ومن جدول (٤-١٩) يتضح أيضا أن نسبة من يفضلون الدور الأرضى أعلى منه بالنسبة للعلوى بسبب الجو واتقاء الشمس حيث يفضل ٢٣,٧% من العينة الدور الأرضى بسبب ذلك بالمقارنة بنحو ١٧,٦% للدور العلوى وهذا يدعو إلى التفكير ودراسة نوع من التظليل وتلطيف الجو كى يقى الحجاج من الشمس وبحيث لايساعد على الافتراش. كما تظهر نسبة من الحجاج فى ذات الجدول لاتدرى كيفية الوصول إلى الجسر ومع أنها نسبة

منخفضة حيث تصل إلى ٨% ، و٤,٦% على الدورين الأرضى والعلوى إلا أنه يجب الأخذ فى الاعتبار تكثيف الإرشاد والتوجيه.

جدول (٤-١٩): التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب أسباب اختيارهم للدور

اليوم / الدور / أسباب الاستخدام	١٠ ذى الحجة		١١ ذى الحجة		١٢ ذى الحجة		كل العينة	
	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى
لتفادى الزحام	٢٥,١	٣٢,٣	٣٣	٤٧,٣	٣١,٨	٤٦,١	٢٩,٤	٤٢,٥
لسهولة الوصول	٣٥,٤	٤١,٣	٣٠	٢٨,٧	٢٩,٥	٢٤,٨	٣٢,٣	٣١,٣
الجو ألطف	٢,٣	١٦,٨	٢٣	١٦,٩	٢٧,٣	١٩,٤	٢٣,٧	١٧,٦
اتباعا للمجموعة	٥,٤	٤,٢	٧,٨	١,٧	٦,٨	٧,٣	٦.٦	٤
لاأدرى كيفية الوصول	١١,١	٥,٤	٦,٢	٥,٤	٤,٦	٢,٤	٨	٤,٦
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

جدول (٤-٢٠): التوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب أماكن قدومهم

اليوم / الدور / مكان القدوم	١٠ ذى الحجة		١١ ذى الحجة		١٢ذى الحجة	
	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى	الدور الأرضى	الدور العلوى
من المؤسسة	١٥,١	٢٥	٢٣,٣	٣٣	١٢,٩	٢٢,٧
من مكة أو الحرم	١٧,٤	١٠,٥	٢١,٤	١٥,٧	١٨,٦	١٦,٦
ربوة الحضارم	٢٣,٨	٨,٢	٣,٧	٢,٩	١٤,٦	١٤,٦
المجموع	١٠٠		١٠٠		١٠٠	

٤-٢-١٠ مستوى درجة الزحام عند الجمرات

يوضح جدول رقم (٤-٢١) التوزيع النسبي للحجاج حسب آرائهم في مستوى الزحام عند الجمرات ويلاحظ من الجدول بالنسبة للعينة كلها ارتفاع نسبة الحجاج الذين قاموا بالرجم في درجة زحام اعتبروها شديدة لدرجة الخطورة حيث تصل هذه النسبة الي

١٤,٩ % ، ١٥,٩ % في الدورين الأرضي والعلوي علي التوالي. كما تصل نسبة الذين رجموا فى حالة زحام إلى ٦٢% ، ٥٩,٤% فى الدورين الأرضى والعلوى على التوالى. أما بالنسبة لأيام الرجم فيلاحظ اختلاف النسب من يوم لآخر مع عدم وجود فروق جوهرية إلا فى يوم ١١ ذى الحجة حيث يذكر ٩,١% أن الوضع شديد الخطورة وتعتبر هذه النسبة أقل من النسب الأخرى فى الأيام المختلفة. وبمقارنة هذه النتائج مع دراسة الجمرات ١٤١٠ هـ يتضح وجود تقارب شديد حيث تصل نسبة الحجاج الذين قاموا بالرجم وأفادوا بأن الرجم غير مزدحم الي ٢٥ % مما يظهر وجود تقارب بين النتيجتين قبل وبعد تغيير الجسر والحركة عليه .

جدول (٤-٢١) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب شعورهم بدرجة الزحام

اليوم / درجة الخطورة	١٠ ذي الحجة		١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة		كل العينة	
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي
شديد لدرجة الخطورة	٢٠,٢	١٨,٦	٩,١	١٤,٤	١٤,٦	١٤,٨	١٤,٩	١٥,٩
مزدحم ولكن ليس خطر	٥٤,٦	٥٦,٥٠	٦٩,٢	٦٣,٥	٦٤,٢	٥٦,٨	٦٢	٥٩,٤
غير مزدحم	٢٥,٢	٢٤,٩	٢١,٧	٢٢,١	٢١,٢	٢٨,٤	٢٣,١	٢٤,٧
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

ويوضح جدول (٤-٢٢) التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب تصورهم لدرجة الزحام قبل رمى الجمرات للمقارنة بين رأى الحجاج في درجة الزحام التي واجهوها فعلاً أثناء رميهم الجمرات وبين درجة الزحام التي كانوا يتصورونها قبل ذهابهم للرجم. ويتضح من هذا الجدول أن نسبة عالية من الحجاج كان لديها إحساس بالزحام حيث تصل نسبة هؤلاء الحجاج الي ٦٧,٧% (٢٢,٣%+٤٥,٤%) فى الدور الأرضي ، و ٦٥,٣% (٢١,٧%+٤٣,٦%) . ويلاحظ أن نسبة من كانوا يتصورون أن درجة الزحام أقل من درجة الزحام الفعلي الذى واجهوه تصل إلي ٢٠,١% ، ٢٣,٩% في حالة كل من الدورين الأرضي والعلوي وهذا يتفق إلي حد كبير أيضاً مع دراسة الجمرات ١٤١٠ هـ حيث تصل نسبة الحجاج فى هذه الحالة إلي ٢٥% علي الدورين الأرضي والعلوي ويلاحظ اختلاف هذه النسب من يوم لآخر ومن الدور الأرضي للدور العلوي حيث

تتفاوت هذه النسب بين ١٦,١% يوم ١٢ ذي الحجة للدور العلوي الي ٢٧,٣% لنفس الدور يوم ١١ ذي الحجة .

جدول (٤-٢٢) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب تصورهم بدرجة الزحام .

اليوم / تصور الزحام	١٠ ذي الحجة		١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة		كل العينة	
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي
مماثلة لما كنت أتصوره	٢٣,٥	٢٥,٩	١٨,٥	١٧,١	٢٧	٢٣,٨	٢٢,٣	٢١,٧
أشد ازدحاماً من الواقع	٤٣,٨	٣٧,٩	٤٧,٧	٤١,٥	٤٤,٥	٥٢,٤	٤٥,٤	٤٣,٦
أقل ازدحاماً من الواقع	٢١,٧	٢٤,٧	١٩,٦	٢٧,٣	١٧,٥	١٦,١	٢٠,١	٢٣,٩
لا أدري	١١	١١,٥	١٤,٢	١٢,٥	١١	٧,٧٠	١٢,٢	١٠,٨
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

٤-٢-١١ مدى تأثير مستوى الزحام عند الجمرات علي رأي الحجاج في تغيير الوقت الذي اختاروه للقيام بالرجم:

وقد كان لهذه النسب تأثير علي رأي الحجاج في تغيير الوقت الذي اختاروه للقيام بالرجم كما يتبين من جدول (٤-٢٣) . حيث يلاحظ من هذا الجدول أن نسبة الحجاج الذين يفضلون تأخير وقت الرجم عن الوقت الذي رموا فيه يبلغ ١٩% ، ٢٥,٦% علي كل من الدورين الأرضي والعلوي وتتقارب هذه النسب مع نسبة الحجاج الذين يتصورون أن درجة الزحام أقل من درجة الزحام الفعلية حيث أن هذه النسب هي ٢٠,١% ، ٢٣,٩% علي كل من الدورين الأرضي والعلوي علي الترتيب .

جدول (٤-٢٣) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب رأيهم في تغيير وقت الرجم

اليوم / الرأى فى تغيير وقت الرجم	١٠ ذي الحجة		١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة		كل العينة	
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي
تذهب في نفس الوقت	٦٦.٣	٦٣,٤	٥٨	٥١,٤	٥٩,٨	٦٠,٦	٦١,٩	٥٧,٨
توفر ذهابك الي وقت آخر	١٥,٤	٢٠,٣	١٨,٥	٢٨,٩	٢٧	٢٦,٧	١٩	٢٥,٦
توكل غيرك ليرمي بدلاً عنك	١,١٠	١,٢	١,٣	١,٤	١,٥	١,٢	١,٢	١,٣
لا أدري	١٧,٢	١٥,١	٢٢,٢	١٨,٣	١١,٧	١١,٥	١٧,٩	١٥,٣

٤-٢-١٢ التوزيع النسبي للحجاج الراجمين حسب الصعوبات التي واجهوها في الجمرات الثلاث:

يوضح جدول (٤-٢٤) التوزيع النسبي للحجاج الراجمين حسب الصعوبات التي واجهوها في الجمرات الثلاث ويلاحظ أن نسبة الحجاج الذين واجهوا صعوبات عند الجمرة الصغرى والوسطي تصل إلى (١٢٪ ، ٧,٥٪ على الترتيب) وتعد هذه النسب أقل بكثير من نسبة الحجاج الذين يعتبرون أن الجمرة الكبرى هي الأصعب .

جدول (٤-٢٤) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب الصعوبات التي واجهوها في الجمرات الثلاث

اليوم / الجمرة	١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة		كل العينة			دراسة حج
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	العلوي	الأرضي	المجموع	عام١٤١٠هـ
الصغرى	٩,٦	٢٠,٤	٧,٤	٨,٤	٨,٨٠	١٥,١	١٢	٢٤,٥
الوسطى	١٠,٤	٣,٢	٩,٦	٧,٢	١٠,١	٥,٠	٧,٥	٢١,٢
الكبرى	٤٠,٦	٤٣,٥	٣٧,٠	٣٦,٨	٣٩,٤	٤٠,٦	٤٠,٠	٢١,٢
متماثلين	٣٩,٤	٣٢,٩	٤٦,٠	٤٧,٦	٤١,٧	٣٩,٣	٤٠,٥	٣٣,١

٤-٢-١٣ التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب إصابتهم بجمرات الآخرين

يوضح الجدول (٤-٢٥) التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب إصابتهم بجمرات الآخرين ويتضح من هذا الجدول أن نسبة٢٥٪ قد أصيبت بجمرات الآخرين على مستوى العينة كلها لمختلف الأيام وأن نسبة ٢٧٪ ، ٢٣٪ من حجاج العينة قد أصيبت بجمرات الآخرين في الدورين الأرضي والعلوي علي التوالي لمختلف الأيام وفي المجموع يمكن القول أن نسبة ٢٥٪ قد أصيبت بجمرات الآخرين كما يتضح من الجدول وتعتبر هذه النسبة أقل عموماً مما حدث في حج عام ١٤١٠ هـ كما يتبين من الجدول.

جدول (٤-٢٥) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب إصابتهم بجمرات الآخرين .

اليوم / البيان	١٠ ذي الحجة		١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة		كل العينة			دراسة
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	المجموع	١٤١٠هـ
أصيب	٢٥	٢٤	٢٦	٢٢	٣١	٢٣	٢٧	٢٣	٢٥	٢٧,٧
لم يصيب	٧٥	٧٦	٧٤	٧٨	٦٩	٧٧	٧٣	٧٧	٧٥	٦٧,٥
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

٤-٢-١٤ التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب المسافة بين الحجاج وسور حلقة الرجم :

يوضح جدول (٤-٢٦) التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب المسافة بين الحجاج والجمرات. ويلاحظ هنا رغبة الحجاج بأن يكونوا قريبين من سور حلقة الرجم حيث تصل نسبة الحجاج الملاصقين لسور حلقة الرجم إلى ٢٠,٦%،١٩,٧% لأيام الرجم فى الدورين الأرضى والعلوى بينما يشكل البعيدين عن الحلقة نسبة أقل من ٢٠%. وبالطبع يختلف تفسير القرب والبعد حسب إحساس الحجاج. ولكن هذا يبين إصرار الكثير من الحجاج أن يكونوا قريبين من سور حلقة الرجم بقدر الإمكان. كما يلاحظ من الجدول تقريبا ثبات نسب الحجاج الملاصقين لسور حلقة الرجم فى كلا الدورين الأرضى والعلوى على مدار أيام الرجم بينما يوجد اختلاف واضح بالنسبة لهذه النسب فى حالة القرب من سور حلقة الرجم.

جدول (٤-٢٦) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب المسافة بينهم وبين سور حلقة الرجم .

اليوم / البيان	١٠ ذي الحجة		١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة		كل العينة		
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	المجموع
ملاصق لسور حلقة الرجم	١٨,٩	٢٠,٣	١٨,٥	٢٠,٢	١٩,٧	٢١,٤	١٨,٩	٢٠,٦	١٩,٧
قريب منه	٥٨,٧	٥٢,٥	٦٩,٦	٦١,٩	٧٤,٥	٦٦,١	٦٦,١	٦٠,٢	٦٣,٤
بعيد منه	١٨,٥	٢٤,٩	١٠,٠	١٤,٨	١٥,١	١٢,٥	١٢,٥	١٧,٢	١٤,٧
لا أعلم	٣,٩	٢,٣	١,٩	٣,١	٠,٧	–	٢,٥	٢	٢.٢
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

٤-٢-١٥ التوزيع النسبي لحجاج العينة مقدار النجاح في إصابة الشاخص :

يوضح جدول (٤-٢٧) التوزيع النسبى لحجاج العينة حسب مقدار النجاح فى إصابة الشاخص. ويلاحظ من الجدول ارتفاع نسبة الحجاج الذين أصابوه حيث تبلغ نسبة الذين لم يتمكنوا من إصابة الشاخص ١,٢% ، ١,٥% فقط فى الدورين الأرضى والعلوى لمختلف الأيام على الرغم من الزحام. ويوضح هذا إصرار الحجاج على إصابة الشاخص.

جدول (٤-٢٧) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب إصابتهم الشاخص

اليوم / البيان	١٠ ذي الحجة		١١ ذي الحجة		١٢ ذي الحجة			كل العينة	
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي	المجموع
النجاح في إصابة الشاخص دائماً	٧١	٧٢,٩	٨١,١	٦٩,٢	٨٠,٩	٧٦,٣	٧٦,٨	٧٢,٥	٧٤,٨
النجاح في إصابة الشاخص أحياناً	٢٢,٦	٢٠,٣	١٤,٣	٢٢,٨	٩,٦	١٧,٢	١٦,٨	٢٠,٤	١٨,٤
عدم إصابة الشاخص	١,١٠	١,١٠	٠,٤	٠,٩	٢,٩	٣,٠	١,٢	١,٥	١,٤
لا أدري	٥,٣	٥,٧	٤,٢	٧,١	٦.٦	٣,٥	٥,٢	٥,٦	٥,٤
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

٤-٣- تقدير الطاقة الاستيعابية:

٤-٣-١ تجهيز البيانات وتحليلها :

تم بتوفيق من الله عزَّ وجل الحصول أكثر من (٢٥٦٠) ألفاً وخمسمائة وستون قراءة قابلة للتحليل . وبعد بناء قاعدة بيانات في الحاسب الآلي تم إجراء التحليلات الوصفية المبدئية [٩] حسب الموضح في الجداول أرقام (٤-٢٨) حتى (٤-٣٣) وفق الطابق والكثافة الموضحة في هذه الجداول . ويتكون النشاط في هذه الجداول من أربعة أرقام بحيث :

خانة الألوف : تمثل رقم النشاط ، وتأخذ قيماً من (١) إلي (١٤) .

خانة المئات : تمثل رقم الجمرة ، وتأخذ قيم من (١) للجمرة الصغرى إلي (٣) للجمرة الكبرى .

خانة العشرات : تمثل رقم الطابق ، وتأخذ القيم (١) للطابق الأرضي أو (٢) للطابق العلوي .

خانة الأحاد : تمثل رقم الكثافة العددية للأشخاص المتجهين للرجم ، تأخذ القيم من (١) للكثافة المنخفضة إلي (٣) الكثافة العالية.

ويعرض جدول رقم (٤-٣٤) المتوسطات الحسابية لأزمنة الأنشطة المختلفة لحالات الكثافات المنخفضة ، والمتوسطة ، والعالية. ومن هذا الجدول يتبين أن هناك فروقاً بين قيم الأزمنة لنفس النشاط باختلاف الدور الذى حدث به رمى الجمرات وحسب الكثافة. وبالطبع فإن هذه الفروقات تختلف من حالة لأخرى فبعضها ذات قيم عالية والبعض الآخر ذات قيم منخفضة. فمثلاً يتبين من الجدول أن قيمة زمن رجم الجمرة الصغرى فى حالتى الكثافة المنخفضة والمتوسطة يبلغ ١٧,٣ ثانية مما يظهر أن حالة الكثافة المنخفضة أو المتوسطة تعتبر غير ذات تأثير على رجم الجمرة الصغرى فى هذه الحالة على سبيل المثال. كما أن الدور يمكن أن يكون غير ذات تأثير على زمن النشاط ومثال على ذلك زمن رجم الجمرة الصغرى فى حالة الكثافة المنخفضة والذى يبلغ ١٧,٣ ، ١٧ ثانية على الترتيب.

لذا فقد رؤى أن يتم إجراء اختبار الفروض بتوزيع (t) بغرض التعرف على تأثير الكثافة على كل من أزمنة الأنشطة المختلفة وكذلك إجراء نفس الاختبار للتعرف على تأثير الدور على هذه الأزمنة. وروعى لتنفيذ ذلك مايلى:

أ- دراسة الدور الأرضى مع العلوى وذلك للكثافات المنخفضة والمتوسطة والعالية ، بمعنى أرضى منخفضة مع علوى منخفضة ، وأرضى متوسطة مع علوى متوسطة ، أرضى عالية مع علوى عالية.

ب- دراسة كل دور على حدة بإجراء اختبار الفروض بين جميع حالات الكثافات بمعنى المنخفضة مع المتوسطة ، المنخفضة مع العالية ، المتوسطة مع العالية حسب الجدول التالى:

الدور	نوع الكثافة		
دور أرضى	١= منخفضة	٢= متوسطة	٣= عالية
دور علوى	٤ = منخفضة	٥ = متوسطة	٦= عالية

وبإجراء اختبار الفروض أمكن الحصول على جدول (٤-٣٥) والذى يتبين منه فيما إذا كان هناك فرقاً جوهرياً أم لا. وفى حالة حدوث فرق جوهرى فقد استخدم الرمز (/) أما فى حالة عدم حدوث فرق جوهرى فقد استخدم الرمز (+).

وبناء على نتائج اختبار الفروض (T-Test) فقد رؤى ضم قيم أزمنة الأنشطة التي وجد أنه لايوجد فرق جوهرى بينها بمعنى أن الكثافة أو الدور ليس له تأثير وبالتالى يمكن الحصول على فائدة من ذلك وهو كبر حجم القراءات. وقد ضمت مجموعات من البيانات مع بعضها وأعيد حساب زمن الأنشطة والانحراف المعيارى بالثواني وفقاً لذلك حسب الموضح في الجدول رقم (٤-٣٦) ، الجدول رقم (٤-٣٧) يوضح الوصف الإحصائي لهذه المجموعات.

ولاستخدام زمن أنشطة في نموذج المحاكاة متصف بالخصائص العشوائية (Random characteristics) ، تم إجراء اختبار لجودة المطابقة(Goodness-of-fit-test) علي توزيعات إحصائية (Statistical Distributions) معروفة [٩] مثل :

١. توزيع طبيعي (Normal Distribution) .

٢. توزيع طبيعي لوغاريتمي (Lognormal Distribution) .

٣. توزيع جاما (Gamma Distribution) .

٤. توزيع أسي (Exponential Distribution) .

والجدول رقم (٤-٣٨) يوضح خلاصة نتائج هذه الاختبارات لأفضل توزيـــع مطـــابق لمجموعات البيانات التي لم تضم بعد اختبار (T-Test) أما مجموعات البيانات التي تم ضمها فقد أدرجت خلاصة نتائجها في الجدول رقم (٤-٣٩) . ويتضح من هذين الجدولـــين بأنه بمستوي دلالة ١٠ % تم قبول ٢٣ أفضل توزيع مطابق ، بينما رفضت التوزيعـــات الأخرى لمجموعات البيانات .

جدول رقم (٤-٢٨) : وصف إحصائي لبيانات الأنشطة في الطابق الأرضي وفي فترة الكثافة المنخفضة .

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	عدد القراءات	المتوسط (ثانية)	الوسيط (ثانية)	الانحراف المعياري (ثانية)	المدى (ثانية)	القيمة الأدنى (ثانية)	القيمة الأعلى (ثانية)	معامل الانحراف
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١١١١	٢٦	٥,١	٤,٧	٢,٤	١١,٦	١,٧	١١,٩	٤٧,٨
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢١١١	٣٠	١٧,٣٠	١٦,٢	٤,٨	٢٣,٦	٩,٤	٣٣,٠	٢٧.٨
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣١١١	٢٥	٥,٠	٤,٨	٢,١	٩,٠	١	٩,٢	٤٢,٩
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤١١١	٤٢	٩٠,٠	٨٨,٦	٥٩,٢	٢١٢,٦	٥,٨	٢١٨,٤	٦٥,٨
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥١١١	٣٩	١١٥,٦	١٢٣,٤	٦٥,٣	٢٦,٣	١٣,٢	٢٧٦,٢	٥٦,٥
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦٢١١	٢٦	٣,٧	٣,٣٠	١,٩	٦,٨	٠,٨	٧,٦	٥٣,٤
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧٢١١	٢٥	١٨,٠	١٦,٧	٦,٦٠	٢٧,٠	١١,٠	٣٨,٠	٣٦,٧
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨٢١١	٢٤	٤,٢	٣,٩	٢,١	٧,٩	٠,٧	٨,٦	٥١,١
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩٢١١	٤٢	١٠٦,٦	٩١,٠	٨٠,٢	٣٨٦,٨	٦,٤	٣٩٣,٢	٧٥,١
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠٢١١	٤٢	١٨٧,١	٢٠٢,١	٧٠,٦	٢٩٩,٤	١٥,٥	٣١٤,٩	٣٧,٧
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١٣١١	٤٨	٧,٨	٦,٠	٥,٦	١٩,٩	١,٣	٢١,٢	٧١,٦
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢٣١١	٤٨	١٨,٨	١٧,٢	٥,٧	٢١,٧	١١,٠	٣٢,٧	٣٠,٤
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣٣١١	٤٨	٦,٨	٥,٨	٤,٨	٢٧,٤	٠,٨	٢٨,٢	٧١,٠
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤٣١١	٤٢	٨٥,٢	٧١,٠	٦٦,٦	٢٩١,٣	٦,٢	٢٩٧,٥	٧٨,٢

جدول رقم (٤-٢٩) : وصف إحصائي لبيانات الأنشطة في الطابق العلوي وفي فترة الكثافة المنخفضة .

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	عدد القراءات	المتوسط (ثانية)	الوسيط (ثانية)	الانحراف المعياري (ثانية)	المدى (ثانية)	القيمة الأدنى (ثانية)	القيمة الأعلى (ثانية)	معامل الانحراف
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١١٢١	٢٣	٢,٧	٢,٤	١,٩	٦,٨	٠,٢	٧,٠	٦٩,٣
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢١٢١	٢٧	١٧,٠	١٤,٨	٥,٨	١٨,١	٩,٦	٢٧,٧	٣٤,٣
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣١٢١	٢٣	٢,٦	٢,٩	١,٦	٥,٣	٠,٣	٥,٣	٦٠,٩
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤١٢١	٨	٨٠,٣	٧١,٦	٥٥,٣	١٤٢,٣	١٧,٠	١٥٩,٣	٦٨,٩
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥١٢١	٨	٦٦,٧	١٨,٨	٧٣,٣	١٧٥,٢	٩,٤	١٨٤,٦	١٠٩,٧
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦٢٢١	٢٥	٢,٤	١,٨	١,٩	٨,٦	٠,٢	٨.٨	٨١,٠
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧٢٢١	٢٨	١٧,٠	١٤,١٥	٦,١	٢١,٧	١١,٣	٣٣,٠	٣٦,٢
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨٢٢١	٢٧	٢,١	٢.٢	١,٦	٨,٠	٠,٢	٨,٢	٧٧,٠
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩٢٢١	٨	٩٨,٠	١١٣,٨	٦٦,٥	١٦٨,٥	٥,٧	١٧٤,٢	٦٧,٩
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠٢٢١	٨	١٧١	١٧٤,٨	٧٦,٣	٢٤٨,٨	١٥,٢	٢٦٤,٠	٤٤,٦
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١٣٢١	٤٤	٤.٤	٣,١	٣,٦	١٣,٨	٠,٥	١٤,٣	٨٠,٦
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢٣٢١	٤٥	١٨,٨	١٧,٢	٦,٩	٣٥,٢	١١,٠	٤٦,٢	٣٦,٨
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣٣٢١	٤٦	٤,٠	٢,٨	٣,٧	١٢,٩	٠,٣	١٣,٢	٩٢,٧
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤٣٢١	٨	٧٨,٦	٦٦,٨	٤٦,٤	١٢٩,٤	١٧,٠	١٤٦,٤	٥٩,٠

جدول رقم (٤-٣٠) : وصف إحصائي لبيانات الأنشطة في الطابق الأرضي وفي فترة الكثافة المتوسطة .

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	عدد القراءات	المتوسط (ثانية)	الوسيط (ثانية)	الانحراف المعياري (ثانية)	المدى (ثانية)	القيمة الأدنى (ثانية)	القيمة الأعلى (ثانية)	معامل الانحراف
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١١١٢	٣٠	٧,١	٦,٠	٤,٩	٢٣,٧	١,١٠	٢٤,٨	٦٩,٨
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢١١٢	٢٨	١٧,٣	١٥,٦	٦,٠	٢٣,٥	٩.١	٣٢,٦	٣٤,٧
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣١١٢	٣٠	٥,٤	٤,٣	٣,٦	١٤,٥	٠,٨	١٥,٣	٦٧,٨
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤١١٢	٤١	٩٦,٥	٨٥,٢	٦٣,٣	٢٨٣,٨	١,٠	٢٨٤,٨	٦٥,٥
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥١١٢	٤٠	١٢٣,٤	١٢٦,٧	٥٦,١	٢٣٠,٠	١١,٨	٢٤١,٨	٤٥,٤
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦٢١٢	٢٧	٥,٨	٥,٤	٤,٣	١٥,٦	٠,٨	١٦,٤	٧٣,٨
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧٢١٢	٣٠	١٦,٤	١٥,٣	٤,١	١٤,١	١١,٧	٢٥,٨	٢٥,١
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨٢١٢	٢٧	٥,٥٠	٥,٠	٤,١	١٥,٧	٠,٧	١٥,٩	٧٤,١
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩٢١٢	٤١	٩٧,٥	٨٧,٦	٥٣,٩	٢٥٧,١	٧,٦	٢٦٤,٧	٥٥,٣
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠٢١٢	٤١	١٤٦,٦	١٦٣,١	٨٩,٧	٣٠٧,٤	١٧,٨	٣٢٥,٢	٦١,١
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١٣١٢	٤٧	١١,٢	٨,١	٩,٥	٣٨,٥	١,١٠	٣٩,٦	٨٥,٢
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢٣١٢	٤٦	٢٢,٣	١٩,٩	٩,٦	٤٠,٢	١١,٢	٥١,٤	٤٢,٩
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣٣١٢	٤٧	٨,٧	٧,٨	٦,٣	٢٧,٢	١,٠	٢٨,٢	٧٢,٥
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤٣١٢	٤١	٩٤,٠	٧٦,٤	٧١,٠	٢٦٥,٧	٥,٣	٢٧١,٠	٧٥,٥

جدول رقم (٤-٣١) : وصف إحصائي لبيانات الأنشطة في الطابق العلوي وفي فترة الكثافة المتوسطة .

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	عدد القراءات	المتوسط (ثانية)	الوسيط (ثانية)	الانحراف المعياري (ثانية)	المدى (ثانية)	القيمة الأدنى (ثانية)	القيمة الأعلى (ثانية)	معامل الانحراف
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١١٢٢	٢٣	٦,٩	٦,٣	٤,٢	١٤,٨	٠,٧	١٥,٥	٦٠,٣
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢١٢٢	٢٩	١٨,٧	١٦,٩	٥,٨	٢٠,١	١٢,٣	٣٢.٤	٣١,٠
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣١٢٢	٢٤	٧,٦	٦,٢	٥,٤	٢٣,٤	٠,٣	٢٣,٤	٧١,٧
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤١٢٢	٨	٨٨,٣	٦٤,٩	٥٦,١	١٧٧,٥	١٦,٦	١٩٤,١	٦٣,٦
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥١٢٢	٨	٨٦,٩	١٠٤,٤٥	٦٤,٤	١٧٢,٠	١٣,١	١٨٥,١	٧٤,٠
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦٢٢٢	٢٤	١٠,٤	٨,٤	٧,٨	٢٦,٨	٠,١	٢٦,٩	٧٤,٩
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧٢٢٢	٢٩	١٩,٣	١٥,٩	٧,٥	٢٥,٤	١١,٤	٣٦,٨	٣٩,٠
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨٢٢٢	٢٤	٧,٨	٧,٠	٥,٤	١٧,٨	٠,١	١٧,٩	٦٩,٢
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٢٢٢٢	٨	٦٧,٨	٦١,٠	٥,٠	١٤٤,٥	٧,٧٠	١٥٢,٢	٧٣,٨
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠٢٢٢	٨	١٣٥,٩	١٥٨,٣	٧٢,٤	١٩٢,٢	٢٣,٠	٢١٥,٢	٥٣,٣
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١٣٢٢	٤٥	١٢,٦	٧,٢	١٣,٨	٥٥,٢	٠,١	٥٥,٣	١٠٩,٦
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢٣٢٢	٤٦	١٩,٤	١٦,٥	٨,٦	٣٤,٢	١١,٣	٤٥,٥	٤٤,٣
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣٣٢٢	٤٥	١٠,٣	٧,٣	١٠,٥	٥٣,٠	٠,٢	٥٣,٢	١٠١,٧
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤٣٢٢	٨	١٠١,١	٩٦,٢	٥٦,٨	١٣٠,٩	٤٣,٤	١٧٤,٣	٥٦,٢

جدول رقم (٤-٣٢) : وصف إحصائي لبيانات الأنشطة في الطابق الأرضي وفي فترة الكثافة العالية .

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	عدد القراءات	المتوسط (ثانية)	الوسيط (ثانية)	الانحراف المعياري (ثانية)	المدى (ثانية)	القيمة الأدنى (ثانية)	القيمة الأعلى (ثانية)	معامل الانحراف
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١١١٣	٣٢	٩,٣	٧,٦	٥,٤	١٩,٦	٢,٧	٢٢,٣	٥٨,٥
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢١١٣	٢٨	١٨,٧	١٦,٨	٧,١	٢٧,٧	١١,٠	٣٨,٧	٣٨,٢
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣١١٣	٣٢	٨,٠	٦,٣	٥,٨	١٩,٨	١,٥	٢١,٣	٧٢,٧
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤١١٣	٤٢	٨٦,٠	٧٤,٤	٦٠,٤	٢٥٢,٧	١,٤	٢٥٤,١	٧٠,٧
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥١١٣	٣٩	١١٧,٤	١٢٩,٤	٥٥,٧	٢٣٤,٥	١١,٣	٢٤٥,٨	٤٧,٤
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦٢١٣	٣٢	٦,١	٤,٩	٤.٤	١٧,٦	١,٤	١٩,٠	٧٢,٢
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧٢١٣	٢٥	١٩,٧	١٧,٨	٧,٣	٢٧,٤	٩,٦	٣٧,٠	٣٧,٠
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨٢١٣	٣١	٦,٣	٥,٤	٤.٤	١٦,١	٠,٩	١٧,٠	٧٠,٠
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩٢١٣	٤٢	١٠٠,٨	٨٤,٥	٦٥,١	٢٤٤,١	٥,٣	٢٤٩,٤	٦٤,٦
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠٢١٣	٤١	١٦١,٤	١٨٤,٠	٨٢,٤	٣٢٠,٨	٢١,٨	٣٤٢,٦	٥١,٠
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١٣١٣	٥٠	١٦,٥	١٢,١	١٣,١	٦٠,٨	١,٠	٦١,٨	٧٩,٥
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢٣١٣	٤٥	٢٢,٧	٢١,٥	١٠,٠	٥١,٣	١١,٣	٦٢,٦	٤٣,٩
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣٣١٣	٥٠	١٢,٢	٩,١	٩,٤	٣٤,٦	١,٦	٣٦,٢	٧٧,٠
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤٣١٣	٤٢	٩٦,٨	٧٦,٦	٦٣,٦	٢٨٠,١	١٢,٤	٢٩٢,٥	٦٥,٧

جدول رقم (٤-٣٣) : وصف إحصائي لبيانات الأنشطة في الطابق العلوي وفي فترة الكثافة العالية .

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	عدد القراءات	المتوسط (ثانية)	الوسيط (ثانية)	الانحراف المعياري (ثانية)	المدى (ثانية)	القيمة الأدنى (ثانية)	القيمة الأعلى (ثانية)	معامل الانحراف
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١١٢٣	٣٠	٦,٢	٥,٠	٥,٣	٢٦,٧	٠,٦	٢٧,٣	٨٦,٤
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢١٢٣	٢٩	١٦,٤	١٦,٥	٤,١	١٥,٢	١١,١	٢٦,٣	٢٥,٣
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣١٢٣	٢٩	٥,٧	٥.٥	٣,٤	١٤,٨	٠,٢	١٥,٠	٦٠,١
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤١٢٣	٨	٦٤,٨	٦٥,٢	٤٠,١	١٤٠,٨	٣,٠	١٤٣,٨	٦١,٩
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥١٢٣	٨	١٠٣,٤	١١٢,٠	٦٩,٤	٢٢٣,٤	١١,٧	٢٣٥,١	٦٧,٠
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦٢٢٣	٣٠	٨,٠	٦,٥	٥,١	١٨,٤	٠,٧	١٩,١	٦٤,٦
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧٢٢٣	٢٨	١٧,٩	١٦,٧	٥,٩	٢٢,٧	١١,٨	٣٤,٥	٣٢,٩
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨٢٢٣	٣٠	٧,٤	٥,٦	٥,٢	١٨,٣	٠,٢	١٨,٥	٧٠,١
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩٢٢٣	٨	٨٦,٧	٧٣,٥	٥٠,٧	١٥٥,٦	٢٦,٦	١٨٢,٢	٥٨,٤
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠٢٢٣	٨	١٩٣,٧	١٨٢,٩	٩٧,٨	٣٣١,٢	٢,٥	٣٣٣,٧	٥٠,٥
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١٣٢٣	٤٨	١٢,٢	٨,٧	٩,٧	٤٣,٤	١,٥	٤٤,٩	٧٩,٥
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢٣٢٣	٤٥	٢١,٧	١٩,٢	٨,٤	٤٠,٤	١٢,٤	٥٢,٨	٣٨,٨
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣٣٢٣	٤٨	١٠,٠	٧,٢	٩,٣	٥٢,٥	١,١٠	٥٣,٦	٩٢,٨
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤٣٢٣	٨	٨٦,٠	٧٢,٤	٦٠,١	١٥٢,٨	١١,١	١٦٣,٩	٦٩,٩

حدول (٤-٣٤) متوسطات الأزمنة للأنشطة المختلفة لحالات الكثافات المختلفة

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	كثافة منخفضة		كثافة متوسطة		كثافة عالية	
			أرضى	علوى	أرضى	علوى	أرضى	علوى
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١	٥,١	٢,٧	٧,١	٦,٩	٩,٣	٦,٢
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢	١٧,٣٠	١٧,٠	١٧,٣	١٨,٧	١٨,٧	١٦,٤
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣	٥,٠	٢,٦	٥,٤	٧,٦	٨,٠	٥,٧
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤	٩٠,٠	٨٠,٣	٩٦,٥	٨٨,٣	٨٦,٠	٦٤,٨
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥	١١٥,٦	٦٦,٧	١٢٣,٤	٨٦,٩	١١٧,٤	١٠٣,٤
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦	٣,٧	٢,٤	٥,٨	١٠,٤	٦,١	٨,٠
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧	١٨,٠	١٧,٠	١٦,٤	١٩,٣	١٩,٧	١٧,٩
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨	٤,٢	٢,١	٥,٥٠	٧,٨	٦,٣	٧,٤
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩	١٠٦,٦	٩٨,٠	٩٧,٥	٦٧,٨	١٠٠,٨	٨٦,٧
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠	١٨٧,١	١٧١	١٤٦,٦	١٣٥,٩	١٦١,٤	١٩٣,٧
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١	٧,٨	٤.٤	١١,٢	١٢,٦	١٦,٥	١٢,٢
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢	١٨,٨	١٨,٨	٢٢,٣	١٩,٤	٢٢,٧	٢١,٧
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣	٦,٨	٤,٠	٨,٧	١٠,٣	١٢,٢	١٠,٠
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤	٨٥,٢	٧٨,٦	٩٤,٠	١٠١,١	٩٦,٨	٨٦,٠

جدول رقم (٤-٣٥) : خلاصة نتائج اختبار T-TEST

الرقم	النشاط	الدور	الكثافة
١	استعداد لرحم الجمرة الصغرى	١/٤ ، ٢+٥ ، ٦/٣	١+٢ ، ٣/١ ، ٢+٣ دور أرضى ٤/٥ ، ٤/٦ ، ٥+٦ دور علوى
٢	رحم الجمرة الصغرى	١+٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ١+٣ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى
٣	الخروج بعد رحم الجمرة الصغرى	١/٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ٣/١ ، ٢+٣ دور أرضى ٤/٥ ، ٤/٦ ، ٥+٦ دور علوى
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	١+٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ١+٣ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٤+١ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ١+٣ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى
٦	استعداد لرحم الجمرة الوسطى	١/٤/ ٢/٥ / ٣+٦	١/٢ ، ٣/١ ، ٢+٣ دور أرضى ٤/٥ ، ٤/٦ ، ٥+٦ دور علوى
٧	رحم الجمرة الوسطى	١+٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ١+٣ ، ٢/٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى
٨	خروج بعد رحم الجمرة الوسطى	١/٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ٣/١ ، ٢+٣ دور أرضى ٤/٥ ، ٤/٦ ، ٥+٦ دور علوى
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	١+٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ١+٣ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١+٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١/٢ ، ١+٣ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى
١١	استعداد لرحم الجمرة الكبرى	١+٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١/٢ ، ٣/١ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤/٦ ، ٥+٦ دور علوى
١٢	رحم الجمرة الكبرى	١+٤ ، ٢ / ٥ ، ٣+٦	١/٢ ، ١+٣ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى
١٣	الخروج بعد رحم الجمرة الكبرى	١/٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ٣/١ ، ٢+٣ دور أرضى ٤/٥ ، ٤/٦ ، ٥+٦ دور علوى
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١+٤ ، ٢+٥ ، ٣+٦	١+٢ ، ١+٣ ، ٢+٣ دور أرضى ٤+٥ ، ٤+٦ ، ٥+٦ دور علوى

جدول رقم (٤-٣٦) : جدول توضيحي لمتوسط زمن النشاط والانحراف المعيارى(بالثوانى) بضم مجموعات من البيانات مع بعضها بعد إجراء اختبارات (T-TEST)

رقم مسلسل	اسم النشاط	كثافة منخفضة		كثافة متوسطة		كثافة عالية	
		أرضي	علوي	أرضي	علوي	أرضي	علوي
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	٥,١ (٢,٤)	٢,٧ (١,٩)	٧,٠ (٤,٦)		٩,٣ (٥,٤)	٦,٢ (٥,٣)
٢	رجم الجمرة الصغرى	١٧,٦ (٥,٧)					
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٥,٠ (٢,١)	٢,٦ (١,٦)	٦,٧ (٤,٨)			
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٨٨,٧ (٥٩,١)					
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	١١٣,٣ (٦١,٥)					
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٣,٧ (١,٩)	٢,٤ (١,٩)	٥,٤ (٤,٣)	١٠,٤ (٧,٨)	٧,١ (٤,٩)	
٧	رجم الجمرة الوسطى	١٨,٠ (٦,٣)					
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٤,٢ (٢,١)	٢,١ (١,٦)	٦,٨ (٤,٨)			
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩٨,٩ (٦٥,٤)					
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٦٥,٥ (٨٢,١)					
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	٧,٨ (٦,٠)	٤.٤ (٣,٦)	١٣,٢ (١١,٨)			
١٢	رجم الجمرة الكبرى	٢٠,٥ (٨,٠)		٢٢,٣ (٩,٦)	١٩,٤ (٨,٦)	٢٠,٥ (٨,٠)	
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	٦,٨ (٥,٧)	٤,٠ (٣,٧)	١٠,٤ (٩,١)			
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	٩١,٥ (٦٤,٧)					

جدول رقم (٤-٣٧) : وصف إحصائي لمجموعات بيانات الأنشطة التي تم ضمها.

رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	عدد القراءات	المتوسط (ثانية)	الوسيط (ثانية)	الانحراف المعياري (ثانية)	المدى (ثانية)	القيمة الأدنى (ثانية)	القيمة الأعلى (ثانية)	معامل الانحراف
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١	٥٣	٧,٠	٦,٣	٤,٦	٢٤,١	٠,٧	٢٤,٨	٦٥,٤
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢	١٧١	١٧,٦	١٥,٨	٥,٧	٢٩,٦	٩,١	٣٨,٧	٣٢,٣
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣	١١٥	٦,٧	٦,١	٤,٨	٢٣,٢	٠,٢	٢٣,٤	٧١,٧
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤	١٤٩	٨٨,٧	٧٧,٦	٥٩,١	٢٨٣,٨	١,٠	٢٨٤,٨	٦٦,٦
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥	١٤٢	١١٣,٣	١٢٤,٨	٦١,٥	٢٦٦,٨	٩,٤	٢٧٦,٢	٥٤,٢
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦	٦٢	٧,١	٥,٧	٤,٩	١٨,٤	٥,٧	١٩,١	٦٨,٩
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧	١٦٥	١٨,٠	١٥,٩	٦,٣	٢٨,٤	٩,٦	٣٨,٠	٣٥,٢
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨	١١٢	٦,٨	٠٥,٥	٤.٨	١٨,٤	٠,١	١٨,٥	٧١,٣
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩	١٤٩	٩٨,٩	٨٦,٦	٦٥,٤	٣٨٧,٩	٥,٣	٣٩٣,٢	٦٦,١
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠	١٤٨	١٦٥,٥	١٨٠,٢	٨٢,١	٣٤٠,١	٢,٥	٣٤٢,٦	٤٩,٦
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١	١٩٠	١٣,٢	٩,٤	١١,٨	٦١,٧	٠,١	٦١,٨	٨٩,٤
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢	١٨٣	٢٠,٥	١٨,٢	٨,٠	٥١,٦	١١,٠	٦٢,٦	٣٩,٢
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣	١٩٠	١٠,٤	٧,٩	٩,١	٥٣,٤	٠,٢	٥٣,٦	٨٧,٣
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤	١٤٩	٩١,٥	٧٥,٩	٦٤,٧	٢٩٢,٢	٥,٣	٢٩٧,٥	٧٠,٧

جدول رقم (٤-٣٨) : نتائج اختبار كا ٢ لجودة المطابقة لمجموعات بيانات الأنشطة التي لم تضم

رقم النشاط	أفضل توزيع مطابق	مستوى الدلالة	قيمة كا ٢	درجة الحرية	نتيجة الاختبار	ملاحظات
١١١١	Lognormal	٠,٤٠٦٨	٠,٦٨٨١	٢	نجاح	
٣١١١	Normal	٠,٦٧٥٢	٠,١٧٥٥	٢	نجاح	
٦٢١١	Log normal	٠,١٧٩٥	١,٨٠١	٢	نجاح	
٨٢١١	Normal	٠,٦٧١٩	٠,١٧٩٣	٢	نجاح	
١١٣١١	Lognormal	٠,٧٨٥٩	١,٧٢٦	٤	نجاح	
١٣٣١١	Gamma	٠,١٣٧٠	٣,٩٧٤	٣	نجاح	$\propto$ = ٢,٠ & β = ٠,٠١٨٧٤٥٤
١١٢١	Lognormal	٠,٣٣٠١	٠,٩٤٨٤	٢	نجاح	$\propto$ = ١,٩٦٨١١& β = ٠,٧٣١٢٨٣
٣١٢١	Gamma	٠,٢١٩٩	١,٥٠٤	٢	نجاح	
٦٢٢١	Lognormal	٠,٥٦٩٢	٠,٣٢٤٠	٢	نجاح	
٨٢٢١	Exponential	٠,٤٥٢١	١,٥٨٧	٢	نجاح	
١١٣٢١	Lognormal	٠,٦٤٦٠	١,٦٥٩	٣	نجاح	
١٣٣٢١	Exponential	٠,٣٢٨٧	٤,٦١٨	٤	نجاح	
٦٢١٢	Lognormal	٠,١٦٠٣	١,٩٧٠	٢	نجاح	
١٢٣١٢	Lognormal	٠,١١١٦	٥,٩٩٨	٣	نجاح	

جدول رقم (٤-٣٨) : تابع نتائج كا ٢

رقم النشاط	أفضل توزيع مطابق	مستوى الدلالة	قيمة كا ٢	درجة الحرية	نتيجة الاختبار	ملاحظات
٦٢٢٢	Exponential	٠,٢٧٤٤	١,١٩٤	٢	نجاح	
١٢٣٢٢	Lognormal	٠,٠٠٠٦٣	١٧,٢٥	٢	فشل	
١١١٣	Normal	٠,١٣١٤	٤,٠٥٨	٢	نجاح	
١١٢٣	Erlang	٠,٧٩٥٦	٠,٠٦٧	٢	نجاح	$\propto$ = ٢,٠ β = ٠,٣٢٢٢٣٤

جدول رقم (٤-٣٩) نتائج اختبار كا ٢ لجودة المطابقة لمجموعة بيانات الأنشطة التي تم ضمها

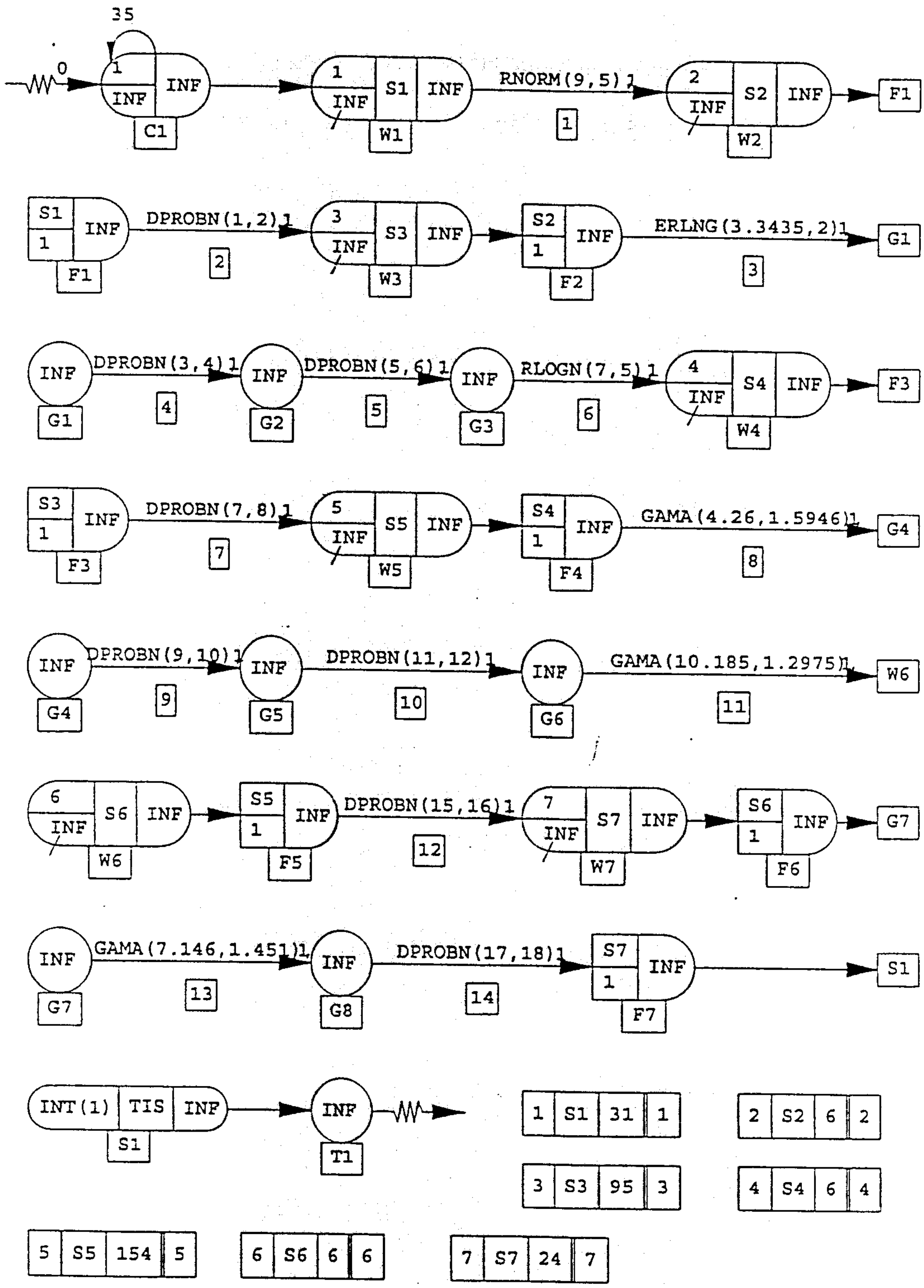
رقم مسلسل	اسم النشاط	رقم النشاط	أفضل توزيع مطابق	مستوى الدلالة	قيمة كا ٢	درجة الحرية	نتيجة الاختبار	ملاحظات
١	استعداد لرجم الجمرة الصغرى	١	Normal	٠,٦٠٩٢	٢,٧٠٠	٤	نجاح	
٢	رجم الجمرة الصغرى	٢	Log normal	٠,٠٠٠٢٧	٢٧,٥	٧	فشل	
٣	الخروج بعد رجم الجمرة الصغرى	٣	Erlang	٠,٢٠٢٣	٩,٧٦٤	٧	نجاح	∝ = ٢,٠ & β = ٠,٢٩٩٠٩
٤	الدعاء عند الجمرة الصغرى	٤	Gamma	٢,٤٨ × ١٠ ^{-٥}	٣٧,١٤	٩	فشل	
٥	التحرك من الجمرة الصغرى للوسطى	٥	Normal	٣,٢٤ × ١٠ ^{-١١}	٧٧,٥١٠	١٣	فشل	
٦	استعداد لرجم الجمرة الوسطى	٦	Log normal	٠,٥٢٧٢	٤,١٥٦	٥	نجاح	
٧	رجم الجمرة الوسطى	٧	Log normal	١,٤٢ × ١٠ ^{-٦}	٤٣,٩٩	٩	فشل	
٨	خروج بعد رجم الجمرة الوسطى	٨	Gamma	٠,٦١٥٨	٧,٢٠٥	٩	نجاح	∝ = ١.٥ ٩٤٦٢ & β = ٠,٢٣٤٧٤٩
٩	الدعاء عند الجمرة الوسطى	٩	Erlang	٦,٢٤ × ١٠ ^{-٥}	٣٢,٩٧	٨	فشل	
١٠	التحرك من الجمرة الوسطى للكبرى	١٠	Normal	٢,٦ × ١٠ ^{-١١}	٧٨,٠	١٣	فشل	
١١	استعداد لرجم الجمرة الكبرى	١١	Gamma	٠,٥٠٩٧	٧,٢٥٢	٨	نجاح	∝ = ١,٢٩٧٥١ & β = ٠,٠٩٨١٨٢٦
١٢	رجم الجمرة الكبرى	١٢	Log normal	٧,٣٦ × ١٠ ^{-٤}	٢٣,١٩	٦	فشل	
١٣	الخروج بعد رجم الجمرة الكبرى	١٣	Gamma	٠,٠٨٨٩	١٣,٧٤	٨	نجاح	∝ = ١,٤٥١٠٩ & β = ٠,١٣٩٥٨٤
١٤	الدعاء عند الجمرة الكبرى	١٤	Gamma	٨,٥ × ١٠ ^{-٤}	٢٦,٥٤	٨	فشل	

٤-٣-٢ بناء أنموذج المحاكاة :

تم استخدام لغة (سلام -٢ SLAM II) لبناء أنموذج المحاكـــاة [١٠] وروعـــي في ذلك أن يعكس الأنموذج الواقع الفعلي للأنشطة. والأنموذج كما هو موضح في الشـــكل رقم (٧) وكذلك الأنموذج البرمجي المبين بالملحق رقم (١) مكون من مجموعـــة عقـــد (Nodes) وأنشطة (Activities) ، أن الجينة (Entity) المتحركة خلال هذه العقـــد تمثل الأشخاص القاصدين لرجم الجمرات وهم يتحركون داخل منطقة الجمرات المجزئـة إلي أنشطة (١٤ نشاطا) . فبعد إحداث الجينة بعقدة الاحـــداث (CREATE node c١) تأخذ طريقها إلي الأنشطة الأربعة عشرة . ولقد تم استخدام هذه الأنشطة فى سبعة منـــاطق رئيسة بعقد انتظار (AWAIT Nodes) وفق التالي .

الرقم التسلسلي للنشاط	المنطقة
١	الأولي بعقدة انتظار w١
٢	الثانية بعقدة انتظار w٢
٣، ٤، ٥ ، ٦	الثالثة بعقدة انتظار w٣
٧	الرابعة بعقدة انتظار w٤
٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١	الخامسة بعقدة انتظار w٥
١٢	السادسة بعقدة انتظار w٦
١٣ ، ١٤	السابعة بعقدة انتظار w٧

ولقد تم استخدام عقد المـــوارد (RESOURCE) لتمثـــل الأمـــاكن المتاحـــة للأشخاص ، وقبل مغادرة الجينة للشبكة يتم تمريرها من خلال عقدة إحصائية (COLCT Node) الذي يتم فيه حساب إحصائيات عن المدة التي يقضيها الشـــخص بمنطقة الجمرات.



شكل رقم (٧):الأنموذج الشبكى للمحاكاة

وروعي في تصميم الأنموذج أن يستخدم إحصائيات التوزيعات للأنشطة التي تم قبولها في اختبار (كا ٢) لجودة المطابقة بالجدول رقم (٤-٤٨) ، ورقم (٤-٤٩) ، والتوزيعات المقترحة للأنشطة التي فشلت في الاختبار سيتم بدلا عنها استخدام توزيعات تراكمية خاصة عرفت في عبارات الضبط (Control Statement) .

٤-٣-٣ تأكيد وإثبات صحة الأنموذج :

إن تأكيد وإثبات صحة الأنموذج (Model Validation & Verification) يعدان من الأمور الأساسية لبناء أنموذج محاكاة سليم . وللتوصل لذلك تم تعويض أرقام ثابتة (Deterministic Values) لأزمنة الأنشطة حسب الأنموذج الشبكي المبين في الملحق رقم (٢) وتشغيله ، والجدول رقم (٤-٤٠) يوضح خلاصة النتائج لهذا التشغيل. وللتأكد من النتائج الواردة في الجدول رقم (٤-٤٠) تم الحصول علي نتائج لحظية (Trace Report) لهذا التشغيل كما في العينة المبينة في الملحق رقم (٣) وتم تحويل هذه النتائج إلي وصف ديناميكي لحركة الأشخاص بمنطقة الجمرات بالقيم الثابتة كما هو مبين في الشكل رقم (٨) ، ومن خلال هذا الشكل تم حساب الإحصائيات التالية :

١. عدد الجينات التي أكملت الشبكة = ٤ جينات .

متوسط الزمن بالشبكة = (١٤+١٥+١٦+١٧) ÷ ٤ = ١٥,٥ وحدة زمنية.

٢. توجد هناك حالات انتظار بالمناطق (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٧) .

متوسط زمن انتظار الجينة في المنطقة (٣) = صفر .

متوسط نسبة الاستفادة = عدد مربعات الانتظار في المنطقة ÷ عدد مربعات الحالات التي مرت بالمنطقة

= ١ ÷ ٤= = ٠,٢٥ وحدة زمنية

وبنفس الطريقة يمكن حساب باقي متوسطات الانتظار .

طول الطابور المنتظر بالمنطقة (٣) = عدد مربعات الانتظار بالمنطقة ÷ زمن المحاكاة = ١÷ ٢١ = ٠,٠٤٧٦٢

وبنفس الطريقة يمكن حساب أطوال الطوابير .

٣- إحصائيات الأنشطة (١ ، ٢ ، ٣ ، ، ...... ، ١٤) :

عدد الجينات التي أكملت هذه الأنشطة = ٤ جينات

متوسط نسبة الاستفادة = عدد المربعات ÷ زمن المحاكاة

= ٤ ÷ ٢١ = ٠,١٩٠٤٧٦

٤- إحصائيات الموارد (RESOURCE) :

نسبة الاستفادة من الموارد (S١) = عدد المربعات التي كانت مشغولة بالموارد ÷ زمن المحاكاة

= ٤ ÷ ٢١ = ٠,١٩٠٤٧٦

بنفس الطريقة يمكن حساب نسبة الاستفادة من الموارد الأخرى ، مع ضرورة ملاحظة أن أشغال الموارد يشمل إنشغالة بالنشاط الفعلي وكذلك الانتظار .

وبمقارنة الإحصائيات التي تم حسابها مع ملخص النتائج للتشغيل بالقيم الواردة في الجدول رقم (٤-٤٠) يتضح بأن النتائج متطابقة في الحالتين .

جدول رقم (٤-٤٠): خلاصة النتائج لتشغيل الأنموذج بأرقام ثابتة

S L A M   I I   S U M M A R Y   R E P O R T

SIMULATION PROJECT JAMARAT SI MULATION   BY DR. M. RADHWI

DATE 12/29/1415   RUN NUMBER 1 OF 1

CURRENT TIME .2100E+02
STATISTICAL ARRAYS CLEARED AT TIME .0000E+00

STATISTICS FOR VARIABLES BASED ON OBSERVATION

	MEAN VALUE	STANDARD DEVIATION	COEFF. OF VARIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	NO.OF OBS
TIS	.155E+02	.129E+01	.833E-01	.140E+02	.170E+02	4

FILE STATISTICS

FILE NUMBER	LABEL/TYPE		AVERAGE LENGTH	STANDARD DEVIATION	MAXIMUM LENGTH	CURRENT LENGTH	AVERAGE WAIT TIME
1	W1	AWAIT	.000	.000	1	0	.000
2	W2	AWAIT	.000	.000	1	0	.000
3	W3	AWAIT	.048	.213	1	0	.250
4	W4	AWAIT	.048	.213	1	0	.250
5	W5	AWAIT	.095	.294	1	0	.500
6	W6	AWAIT	.000	.000	1	0	.000
7	W7	AWAIT	.095	.294	1	0	.500
8		CALENDAR	2.857	1.125	4	0	.392

REGULAR ACTIVITY STATISTICS

ACTIVITY INDEX/LABEL	AVERAGE UTILIZATION	STANDARD DEVIATION	MAXIMUM UTIL	CURRENT UTIL	ENTITY COUNT
1	.1905	.3927	1	0	4
2	.1905	.3927	1	0	4
3	.1905	.3927	1	0	4
4	.1905	.3927	1	0	4
5	.1905	.3927	1	0	4
6	.1905	.3927	1	0	4
7	.1905	.3927	1	0	4
8	.1905	.3927	1	0	4
9	.1905	.3927	1	0	4
10	.1905	.3927	1	0	4
11	.1905	.3927	1	0	4
12	.1905	.3927	1	0	4
13	.1905	.3927	1	0	4
14	.1905	.3927	1	0	4

RESOURCE STATISTICS

RESOURCE NUMBER	RESOURCE LABEL	CURRENT CAPACITY	AVERAGE UTIL	STANDARD DEVIATION	MAXIMUM UTIL	CURRENT UTIL
1	S1	1	.19	.393	1	0
2	S2	1	.24	.426	1	0
3	S3	3	.81	1.096	3	0
4	S4	1	.29	.452	1	0
5	S5	2	.76	.921	2	0
6	S6	1	.29	.452	1	0
7	S7	1	.38	.486	1	0

RESOURCE NUMBER	RESOURCE LABEL	CURRENT AVAILABLE	AVERAGE AVAILABLE	MINIMUM AVAILABLE	MAXIMUM AVAILABLE
1	S1	1	.8095	0	1
2	S2	1	.7619	0	1
3	S3	3	2.1905	0	3
4	S4	1	.7143	0	1
5	S5	2	1.2381	0	2
6	S6	1	.7143	0	1
7	S7	1	.6190	0	1

Case # ٤ is waiting for ٥٧

And still holding ٥٦

Case # ٤ in activity # ١

Case # ٤ is in no activity

												٤									
							٤				٣	٣			٢				٤		
٤				١	٢		٣	٤	٥	٦		٧	٨	٩	١٠	١١	١٢		١٣	١٤	
٣			١	٢	٣	٤	٥	٦	٧			٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤			
٢		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢		١٣	١٤					
١	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١	١					
	١	٢	٣	٤	٥					١٠					١٥					٢٠	

SIMULATED TIME UNIT

شكل رقم (٧) : وصف ديناميكي لحركة الأشخاص بمنطقة الجمرات لتشغيل الأنموذج بأرقام ثابتة

٤-٣-٤ إجراء التجارب علي الأنموذج :

لقد روعي في إجراء التجارب علي الأنموذج مايلي :

١- حيث لوحظ في الجدول رقم (٤-٤٦) بأن الاختلاف بين بيانات الطابق الأرضي والعلوي في حالات الكثافات الثلاثة ليس كبيرا ، لذا تم الاكتفاء ببيانات طابق واحد (الذي مجموع متوسطات أنشطته أكبر من الآخر) ليمثل الكثافة المطلوبة وفق التالي :

- الكثافة العالية : بيانات الطابق الأرضي .
- الكثافة المتوسطة : بيانات الطابق العلوي .
- الكثافة المنخفضة : بيانات الطابق الأرضي .

٢- تحديد المساحة المتاحة للأشخاص في عقد الموارد (RESOURCE) للكثافات الثلاثة وفق ما ورد في الجدول رقم (٤-٤١) .

٣- إجراء التجارب بحيث تعكس الطاقة الاستيعابية لدائرة الرجم الحالية وكذلك في حالة توسعة الدائرة وفق الجدول رقم (٤-٤٢) .

٤- تم قسمة الأعداد الواردة للطاقة الاستيعابية الواردة في الجدول رقم (٤-٤١) ورقم (٤-٤٢) علي أرقام ثابتة وكذلك تقريبها قبل استخدامها في الأنموذج لتفادي محدوديتها من الناحية الفنية.

٥- تم تحديد مدة التشغيل للأنموذج في كل تجربة (١٣٠٠٠) ثانية مع إلغاء إحصائية أول (٢٢٠٠) ثانية لتكون صافي الإحصائية عن (١٠٨٠٠) ثانية ممثلة لثلاثة ساعات متوالية ، وذلك للحصول علي نتائج في حالة الاستقرار(Steady state conditions)وبناء علي ما ذكر فقد تم تشغيل الأنموذج وإجراء التجارب عليه فى حالة الكثافة العالية حسب الأنموذج الشبكي المبني في الشكل رقم (١) وحسب عبارات الضبط الموضحة في الشكل رقم (٣) . والجدول رقم (٤-٤٣) يوضح خلاصة نتائج هذا التشغيل الذي يتضح فيما يلي :

١- يتضح من نتائج التشغيل رقم (١) إلي الرقم (٤) بأن المنطقة رقم (٦) بدأ يتكون بها طابور بعد وصول عدد الحالات إلي (٧٦٩٠٠) شخصا . وبناء عليه فإن العدد المثالي للأشخاص يمكن استخلاصه من التشغيل رقم (٣) كالتالى :

المعدل المثالي لعدد الأشخاص الذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة في حالة الكثافة العالية = ٧٢٩٠٠٠ ÷ ٣ = ١٤٣٠٠٠ شخصا

٢- في حالة دخول أعداد كبيرة جدا من الأشخاص (تفوق المثالي) لمنطقة الجمـــرات فإن التشغيل رقم (٥) إلي الرقم (٧) يظهر مايلي :

- الطوابير تبدأ في التكون اولا في المنطقة رقم (٦) ثم المنطقة رقم (٧) ثم المنطقـــة رقم (٤) ثم المناطق الأخرى .
- الطوابير تبدأ في التكون أخيرا في المنطقة رقم (١) وبالرغم من ذلك فـــإن هـــذه المنطقة تصبح سريعا الأكثر إزدحاما .

جدول رقم (٤-٤١) : الطاقة الاستيعابية للأنشطة في الكثافات المختلفة .

الرقم	النشاط	كثافة منخفضة	كثافة متوسطة	كثافة عالية
١	استعداد لرجم ١	٤٧٠٢	١٢٥٤٠	٣١٣٤٩
٢	رجم ١	١١١٧	٣٦٥٧	٥٤٨٥
٣	خروج من رجم ١	٢٦٣١	٧٠١٧	١٧٥٤٢
٤	دعاء عند جمرة ١	١٥٧١	٥١٤١	٧٧١١
٥	تحرك من ١ إلي ٢	٢٦٣١	٧٠١٧	١٧٥٤٢
٦	استعداد لرجم ٢	١٠٧٢٠	٣٥٠٨٥	٥٢٦٢٧
٧	رجم ٢	١١١٧	٣٦٥٧	٥٤٨٥
٨	خروج من جمرة ٢	٤٣٨٩	١١٧٠٥	٢٩٢٦٣
٩	دعاء عند جمرة ٢	١٥٧١	٥١٤١	٧٧١١
١٠	تحرك من ٢ إلي ٣	٤٣٨٩	١١٧٠٥	٢٩٢٦٣
١١	استعداد لرجم ٣	١٧٨٨٣	٥٨٥٢٦	٨٧٧٨٩
١٢	رجم ٣	١١١٧	٣٦٥٧	٥٤٨٥
١٣	خروج من جمرة ٣	٢٣٩٩	٦٣٩٨	١٥٩٩٤
١٤	دعاء عند جمرة ٣	١٥٧١	٥١٤١	٧٧١١

جدول رقم (٤-٤٢) : الطاقة الاستيعابية لدائرة الرجم بأقطار وكثافات مختلفة .

القطر	كثافة منخفضة	كثافة متوسطة	كثافة مرتفعة
١٥ (حاليا)	١١١٧	٣٦٥٧	٥٤٨٥
١٦	١١٨٧	٣٨٨٥	٥٨٢٨
١٧	١٢٦١	٤١٢٦	٦١٨٨
١٨	١٣٣٧	٤٣٧٧	٦٥٦٥
١٩	١٤١٤	٤٦٢٧	٦٩٤١
٢٠	١٤٧٢	٤٨١٩	٧٢٢٨

جدول رقم (٤- ٤٣) : خلاصة نتائج تشغيل الأنموذج في حالة الكثافة العالية

رقم تشغيل	قطر دائرة الرحم (متر)	الكثافة	الفراغ		زمن فيما بين الأحداث	عدد الحالات		متوسط الزمن	متوسط طول الطابور في الأنشطة وفق المناطق						
			المتاح للرحم	قسمة		حسابيا	محاكاة		منطقة ١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
									نشاط ١	٢	٣،٤،٥،٦	٧	٨،٩،١٠،١١	١٢	١٣،١٤
١	١٥	عالية	٦	١٠٠٠	٣٥	٣٠٩	٣١٠	٦٧١	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٢	١٥	عالية	٦	١٠٠٠	١٧	٦٣٥	٦٣٦	٦٧٧	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٣	١٥	عالية	٦	١٠٠٠	١٥	٧٢٠	٧٢٩	٦٧٦	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٤	١٥	عالية	٦	١٠٠٠	١٤	٧٧١	٧٦٩	٦٨٣	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠
٥	١٥	عالية	٦	١٠٠٠	٥	٢١٦٠	٢١٦١	٦٨٣	٠,٠٠٠	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠	٠,١٥٩	٠,٠٠٠	٠,٣٩٣	٠,٢٠٥
٦	١٥	عالية	٦	١٠٠٠	٤	٢٧٠٠	٢٤٤٦	١٢٨٠	٣٥,٦٩٥	١٥,٦٨٥	١,٢١٥	٢٩,٩٩٥	١,٤٦٢	٧٦,٩١١	١,٣٢٨
٧	١٥	عالية	٦	١٠٠٠	٣	٣٦٠٠	٢٤٧٦	٢٨٥٠	٦٢٦,٣٥٩	٢٨,٩٢٢	١,٩٦١	٤٤,٩٦٧	١,٨٧٦	٨٨,٠٤٦	١,٣٣٨
٨	٢٠	عالية	٧	١٠٠٠	١٣	٨٣٠	٨٣٠	٦٧٧	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٩	٢٠	عالية	٧	١٠٠٠	١٢	٩٠٠	٨٩٩	٦٨٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠١	٠,٠٠٠
١٠	٢٠	عالية	٧	١٠٠٠	١١	٩٨٢	٩٨١	٦٨٣	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠

فى حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) مترا فإن التشغيل رقم (٨) إلي الرقم (١٠) يوضح بأن المعدل المثالي يرتفع إلي:

٨٩٩٠٠٠ ÷ ٣ = ٣٠٠٠٠٠ شخصا في الساعة

وبنفس الطريقة تم تشغيل الأنموذج وإجراء التجارب في حالتي الكثافة المتوسطة والمنخفضة حسب الأنموذجين الشبكيين الموضحين في الملحق رقم (٤) والملحق رقم (٥) علي التوالي . والجدولين رقم (٤-٤٤) ورقم (٤-٤٥) يوضحان خلاصة نتائج التشغيل لكلا الحالتين علي التوالي ، ويتضح من ذلك ما يلي :

أ- المعدل المثالي للذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة في حالة الكثافة المتوسطة يساوى = ٣٤٠٠٠٠ ÷ ٣ = ١١٤٠٠٠ شخصا تقريبا. وفي حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) مترا فإن هذا المعدل يرتفع إلي = ٤٤٧٠٠٠ ÷ ٣ = ١٤٩٠٠٠ شخصا .

ب- المعدل المثالي للذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة في حالة الكثافة المنخفضة يساوى = ٢١٥٤٠٠ ÷ ٣ = ٧٢٠٠٠ شخصا تقريبا. وفي حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) مترا فإن هذا المعدل يرتفع إلي = ٢٧٠٨٠٠ ÷ ٣ = ٩٠٠٠٠ شخصا .

جدول رقم (٤-٤٤) : خلاصة نتائج تشغيل الأنموذج في حالة الكثافة المتوسطة

رقم تشغيل	قطر دائرة الرحم (متر)	الكثافة	الفراغ		زمن فيما بين الأحداث	عدد الحالات		متوسط الزمن	متوسط طول الطابور في الأنشطة وفق المناطق						
			المتاح للرحم	قسمة		حسابيا	محاكاة		منطقة ١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
									نشاط ١	٢	٣،٤،٥،٦	٧	٨،٩،١٠،١١	١٢	١٣،١٤
١	١٥	متوسطة	٤	١٠٠٠	٥٠	٢١٦	٢١٤	٦٧٦	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٢	١٥	متوسطة	٤	١٠٠٠	٣٢	٣٣٨	٣٤٠	٦٧٩	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٣	١٥	متوسطة	٤	١٠٠٠	٣١	٣٤٨	٣٤٧	٦٧٩	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٤	١٥	متوسطة	٤	١٠٠٠	٣٠	٣٦٠	٣٥٧	٦٩٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠
٥	١٥	متوسطة	٤	١٠٠٠	١٠	١٠٨٠	١٠٨٤	٦٩٨	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٥٠	٠,٠٠٠	٠,٥٨٢	٠,٦٠٧
٦	١٥	متوسطة	٤	١٠٠٠	٨	١٣٥٠	١٢٣٤	١٢٣٠	٤,٢٩٣	٣,٥١٢	٠,٧٥٢	١٤,٧٦١	١,٣٦٢	٤٦,٤٢٧	١,٧٧٧
٧	١٥	متوسطة	٤	١٠٠٠	٦	١٨٠٠	١٢٤٣	٢٧٥٠	٢٧٩,٩٩٧	١٢,١٦٩	١,٩٦٨	٢٧,٧٢٧	١,٩٥١	٥٣,٣٨٩	١,٧٤١
٨	٢٠	متوسطة	٥	١٠٠٠	٢٤	٤٥٠	٤٤٧٠	٦٧٩	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٩	٢٠	متوسطة	٥	١٠٠٠	٢٢	٤٩١	٤٩٨	٦٨٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠١	٠,٠٠٠
١٠	٢٠	متوسطة	٥	١٠٠٠	٢٠	٥٤٠	٥٤١	٦٨٢	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٤	٠,٠٠٠

جدول رقم (٤–٤٥) : خلاصة نتائج تشغيل الأنموذج في حالة الكثافة المنخفضة

رقم تشغيل	قطر دائرة الرحم (متر)	الكثافة	الفراغ: المتاح للرحم	الفراغ: قسمة	زمن فيما بين الأحداث	عدد الحالات: حسابيا	عدد الحالات: محاكاة	متوسط الزمن	متوسط طول الطابور في الأنشطة وفق المناطق: منطقة ١ / نشاط ١	منطقة ٢ / نشاط ٢	منطقة ٣ / نشاط ٣،٤،٥،٦	منطقة ٤ / نشاط ٧	منطقة ٥ / نشاط ٨،٩،١٠،١١	منطقة ٦ / نشاط ١٢	منطقة ٧ / نشاط ١٣،١٤
١	١٥	منخفض	١٢	١٠٠٠	٢٠	٥٤٠	٥٤٤	٦٥٥	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٢	١٥	منخفض	١٢	١٠٠٠	١٤	٧٧١	٧٧٥	٦٥٦	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٣	١٥	منخفض	١٢	١٠٠٠	٥	٢١٦٠	٢١٥٤	٦٥٨	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٤	١٥	منخفض	١٢	١٠٠٠	٤,٥	٢٤٠٠	٢٤٠٤	٦٥٩	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٢	٠,٠٠٠
٥	١٥	منخفض	١٢	١٠٠٠	٣	٣٦٠٠	٣٦٠٤	٦٦١	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٨	٠,٠٠٠	٠,١٢٥	٠,٣٢٨
٦	١٥	منخفض	١٢	١٠٠٠	٢	٥٤٠٠	٤٣٢٣	١٩٣٠	٤٠٢.٥٠١	٤٠,٠٧٨	٤,٦٣٩	٨٥,٤٢٩	٤,٨٥٥	١٦٩,٢١٥	٣,٧٤٨
٧	٢٠	منخفض	١٥	١٠٠٠	٤	٢٧٠٠	٢٧٠٨	٦٥٨	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٨	٢٠	منخفض	١٥	١٠٠٠	٣,٥	٣٠٨٦	٣٠٨٦	٦٦١	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠

٤-٤ مقارنة للوضع قبل إجراء التغيرات للجسر .

من المفيد بعد دراسة خصائص الحجاج وتحركاهم ودراسة الطاقة الاستيعابية للجسر بعد إجراء التغيرات بالجسر أن تتم المقارنة بينها وبين الوضع قبل إجراء هذه التغييرات .

ومن الملاحظ هنا أن البحث قد شمل دراسة خصائص الحجاج وتحركاهم لكل من الدورين الأرضي والعلوي بالتفصيل شاملا دراسة ذلك لمختلف الأيام بعد إجراء التغييرات ويعتبر ذلك مفيدا من الناحية العلمية لتلافي أوجه القصور . ولكن دراسة الوضع قبل التغيير لم تتعرض بهذه التفاصيل في أجزاء كثيرة ولكي تكون المقارنة مفيدة فسوف يتم استخدام النتائج الهامة التي توصلت إليها دراسة الجمرات قبل إجراء التغيير للمقارنة بينها وبين النتائج الأخرى بعد التغيير.

٤-٤-١ خصائص الحجاج

أولا: الجنسية:

يلاحظ اتفاق الدراستين من حيث شمولهما مختلف الجنسيات إلا فى حالة حجاج إيران حيث شملت دراسة حج عام ١٤١٠هـ حاجا واحدا لهذه المجموعة بينما شملت الدراسة الحالية عددا قليلا لايمكن الاعتماد عليه إحصائيا.

ثانيا: العمر:

يلاحظ تقريبا تساوى العمر فى الدراستين حيث بلغ متوسط العمر للرجال ٣٧,٥ وعمر النساء ٤١,١ عاما فى دراسة ١٤١٠هـ بينما بلغ متوسط العمر ٣٦ عاما فى الدراسة الحالية

ثالثا: عدد مرات الحج السابقة:

يلاحظ ارتفاع نسبة من سبق لهم الحج فى الدراسة قبل التغيير كثيرا عن الوضع بعد التغيير حيث تصل نسبة الحجاج الذين سبق لهم الحج ٧٥ % قبل التغيير بينما بلغت هذه النسبة بعد التغيير ٤٩ % وتعتبر نسبة ال٧٥% عالية ولا تمثل الواقع ويمكن أن يعزى ذلك إلى متغيرات عديدة.

٤-٤-٢ خصائص حركة الحجاج

أولا: التوزيع النسبى للحجاج حسب قيامهم برمى الجمرات:

يتضح تقريبا ثبات النسب قبل وبعد التغيير لأغلب الجنسيات كما هو مبين بجـــدول (٤-٤٦).

جدول (٤-٤٦) التوزيع النسبى للحجاج حسب قيامهم برمى الجمرات

الجنسية	قبل التغيير (١٤١٠هـــ)	بعد التغيير(١٤١٥هـــ)
السعوديين	٨٤,٧	٨١,٦
دول الخليج	٨٤,٧	٨٤,١
مصر	٨٤,٦	٨٢,٥
الشام	٧٤,٦	٧٧,٦
السودان	٨٨,٣	٨٠,٠
دول المغرب العربي	٨١,٢	٧٣,٢
أفريقيا غير العربية	٨٢,٦	٨٧,٨
جنوب أسيا	٨٦,٠	٨٦,٨
جنوب شرق أسيا	٩١,٩	٩٦,٠
تركيا وأوربا	٨٣,٩	٧٨,١
إيران	---	---

ثانيا: التوزيع النسبى للحجاج حسب مكان الرجم

يلاحظ أن نسبة الراجمين فى الدور العلوى انخفضت ويمكن إرجاع ذلك إلى إزالة المنحدرين عند الجمرة الصغرى كما هو مبين بجدول (٤-٤٧).

جدول (٤-٤٧) التوزيع النسبى للحجاج حسب مكان الرجم

مكان الرجم	قبل التغيير (١٤١٠هـــ)	بعد التغيير(١٤١٥هـــ)
الدور الأرضي	٤٥,٦	٥٤,٥
الدور العلوي	٥٤,٤	٤٥,٥
فى الدورين معا	٢,٩	-
المجموع	١٠٠	١٠٠

ثالثا: التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب أسباب استخدامهم الدور الأرضي والعلوي

يلاحظ من الجدول (٤-٤٨) إقبال الحجاج علي استخدام الدور العلوى تفاديا للزحام في الدور الأرضى حيث تصل نسبة من يستخدمون الدور العلوى لهذا السبب ٤٩,٨ % قبل التغيير ، ٤٢,٥ % بعد التغيير كما أنه يلاحظ تقريبا ثبات نسبة الحجاج الذين يستخدمون أيا من الدورين بسبب سهولة الوصول .

جدول (٤-٤٨) : التوزيع النسبي لحجاج العينة حسب أسباب استخدامهم الدور الأرضي والعلوي .

السبب	قبل التغيير (١٤١٠هـ)		بعد التغيير(١٤١٥هـ)	
	الأرضي	العلوي	الأرضي	العلوي
لتفادي الزحام	٢٢,٦	٤٩,٨	٢٩,٣	٤٢,٥
سهولة الوصول	٣٤,٧	٢٧,٤	٣١,٩	٣١,٣
الجو والحرارة	١٤,٢	١٣,٢	٦,٥	٤,٠
اتباع المجموعة	١٢,٧	٠٦,٦	٣٢,٣	٢٢,٢
عدم معرفة كيفية الوصول	٦,٣	٠١,١	---	---
أسباب أخري	٩,٦	٢,٠	---	---
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

رابعا: متوسط زمن الرجم

يلاحظ من جدول (٤-٤٩) أن وقت الرجم قد انخفض بعد التغيير عن الوضع قبل التغيير بمقدار إ يتراوح بين ٢٩,٣ % إلي ٣٣,٣ % . ويدل ذلك علي أن هناك تحسنا ما قد طرأ علي الجسر نتيجة هذا التغير .

جدول(٤-٤٩): متوسط زمن الرجم

اليوم	قبل التغيير (١٤١٠هـ)	بعد التغيير(١٤١٥هـ)	نسبة التغير%
١٠ ذي الحجة	١٨,٣دقيقة	١٢,٢دقيقة	٣٣,٣
١١ ذي الحجة	٣٥,٢دقيقة	٢٤,٩دقيقة	٢٩,٣
١٢ ذي الحجة	٣٥,٠دقيقة	٢٤,٧دقيقة	٢٩,٤

خامسا: التوزيع النسبي للحجاج حسب شعورهم بدرجة الزحام:

يلاحظ أن الوضع بعد التغيير قد تحسن إلي درجة ما حيث يتبين أن نسبة الذين أفادوا بأن الوضع شديد لدرجة الخطورة قد انخفض من ١٩,٢ % قبل التغير إلي ١٥,٤ % فقط كما أن نسبة من أفادوا بأن الوضع غير مزدحم إنخفض من ٢٥ % قبل التغيير إلي ٢٣,٨ % بعد التغيير كما هو فى جدول (٤-٥٠).

جدول (٤-٥٠) : التوزيع النسبي للحجاج حسب شعورهم بدرجة الزحام

البيـــان	قبل التغيير (١٤١٠هـ)	بعد التغيير(١٤١٥هـ)
شديد لدرجة الخطورة	١٩,٢	١٥,٤
مزدحم ولكن ليس خطر	٥٥,٤	٦٠,٨
غير مزدحم	٢٥,٠	٢٣,٨
لا يدري	٠,٣	---
المجموع	١٠٠	١٠٠

سادسا: التوزيع النسبي للحجاج حسب مقارنتهم لدرجة الزحام لما كانوا يتصورونه من قبل

يوضح الجدول (٤-٥١) انخفاض نسبة من أفادوا بأن الزحام الفعلي أشد من الزحام المتصور من ٢٥,٣ % إلي ٢٢,١ % وهذا يدعم الاستنتاج بأن هناك تحسنا طرأ بعد التغيير .

جدول (٤-٥١) : التوزيع النسبي للحجاج حسب مقارنتهم لدرجة الزحام لما كانوا يتصورونه من قبل

البيان	قبل التغيير (١٤١٠هـ)	بعد التغيير(١٤١٥هـ)
الزحام الفعلي أشد من الزحام المتصور	٢٥,٣	٢٢,١
الزحام الفعلي مماثل من الزحام المتصور	٢٧,٧	٤٤,٦
الزحام الفعلي أقل من الزحام المتصور	٤٤,٢	٢١,٧
لا أدري	٢,٨	١١,٦
المجموع	١٠٠	١٠٠

سابعا: التوزيع النسبي للحجاج حسب رأيهم في وقت الرجم:

يلاحظ من جدول (٤-٥٢) انخفاض نسبة الذين أفادوا بأنهم يفضلون تأخير الرجم إلي وقت آخر من ٢٨ % قبل التغير إلي ٢٢ % وكذلك نسبة الذين يفضلون توكيل غيرهم للرمي من ١,٦ % قبل التغير إلي ١,٢ % بعد التغير.

جدول (٤-٥٢) : التوزيع النسبي للحجاج حسب رأيهم في وقت الرجم

البيان	قبل التغيير (١٤١٠هـ)	بعد التغيير(١٤١٥هـ)
يفضل تأخير الرجم إلي وقت آخر	٢٨	٢٢
يفضل توكيل غيره للرمي	١,٦	١,٢
يفضل أن يرمي في نفس الوقت بدون تغير	٦٤	٦٠
ليس له رأي	٦,٤	١٦,٨
المجموع	١٠٠	١٠٠

ثامنا: التوزيع النسبي للحجاج حسب صعوبة الرمي عند الجمرات الثلاثة:

يلاحظ من جدول (٤-٥٣) سهولة الرمى عند الجمرة الصغرى والوسطى بعد التغيير عن الوضع قبل التغيير ولكن الجمرة الكبرى ظهرت الأصعب.

جدول (٤-٥٣) التوزيع النسبي للحجاج حسب صعوبة الرمي عند الجمرات الثلاثة

البيـــــان	قبل التغيير (١٤١٠هـ)	بعد التغيير(١٤١٥هـ)
الجمرة الصغرى هي الأصعب	٢٤,٥	١١,٥
الجمرة الوسطى هي الأصعب	٢١,٢	٧,٤
الجمرة الكبرى هي الأصعب	٢١,٢	٤٢,١
الجمرات الثلاثة متماثلين	٣٣,١	٣٩,٠
المجموع	١٠٠	١٠٠

تاسعا: التوزيع النسبي للحجاج حسب الإصابة بجمرات الآخرين:

يلاحظ من جدول (٤-٥٤) انخفاض نسبة من أصيبوا علي المستوى العام مـــن ٢٧,٧ % إلي ٢٥,٢ % ويدل ذلك علي التحسن بعد التغيير .

جدول (٤-٥٤): التوزيع النسبى للحجاج حسب الإصابة بجمرات الحجاج الآخرين

اليوم	قبل التغيير (١٤١٠هـ)			بعد التغيير(١٤١٥هـ)		
	% أصيب	%لم يصب	%لايدري	% أصيب	%لم يصب	%لايدري
١٠	٢٥,٧	٧٠,٧	٣,٦	٢٥,٠	٧٥,٠	-
١١	٢٨,١	٦٦,٤	٠٥,٥	٢٤,٢	٧٥,٨	-
١٢	٢٥,٦	٧٨,٩	٥,٤	٢٧,٠	٧٣,٠	-
المتوسط	٢٧,٧	٦٧,٣	٤,٩	٢٥,٢	٧٤,٨	-

عاشرا: التوزيع النسبي للحجاج حسب القرب من سور حلقة الرجم:

يتبين من جدول (٤-٥٥) أن نسبة البعيدين عن سور حلقة الرجم قد انخفضـــت مـــن ١٩,٨ % قبل التغيير إلي ١٤,٧ % بعد التغيير مما يدل علي أن هناك تحسنا قد حـــدث بالجسر بعد تغيير وضعه.

رابعا: منطقية الطاقة الاستيعابية المقدرة ويمكن الوصول إلى ذلك بمقارنة عدد الراجمين يوم الثانى عشر كما يلى:

أ- بالنسبة لدراسة ١٤١٠هـ :

بفرض أن الطاقة الاستيعابية للجسر ٧٤,٠٠٠ شخص فقط فإن ذلك يعنى أن ١٤٨,٠٠٠ حاجا يمكنهم القيام بالرجم خلال ساعة واحدة فى الطابقين. ومن التوزيع النسبى للحجاج حسب رميهم الجمرات يوم يتبين أن ٥٥٢٨٢٤ حاجا فقط يمكنهم رمى الجمرات خلال الفترة من الواحدة حتى السابعة مساء ويمثل هذا العدد حوالى ٨٩% من الحجاج الراجمين مما ينتج عنه أن إجمالى الحجاج الراجمين يصل إلى ٦٢١١٥١ حاجا فقط وهذا يعتبر قليل جدا بالمقارنة بعدد الحجاج الحالى.

ب- بالنسبة للدراسة الحالية:

بفرض أن أقصى طاقة استيعابية للجسر ١٤٣,٠٠٠ شخص فقط فإن ذلك يعنى أن ٢٨٦,٠٠٠ حاجا يمكنهم القيام بالرجم خلال ساعة واحدة. ومن التوزيع النسبى للحجاج حسب رميهم الجمرات يوم يتبين أن ١,٠٦٨,٢٩٤ حاجا فقط يمكنهم رمى الجمرات خلال الفترة من الواحدة حتى السابعة مساء ويمثل هذا العدد حوالى ٨٩% من الحجاج الراجمين مما ينتج عنه أن إجمالى الحجاج الراجمين يصل إلى ١٢٠٠٣٣٠ حاجا فقط وهذا الرقم يعتبر أكثر منطقية.

٥- النتائج:

اتضح من التحليلات النتائج التالية:

أولا: خصائص الحجاج الراجلين وتحركاتهم:

أ- تدل الأرقام بصفة عامة على أن أغلبية الحجاج هم فى سن الشباب وليسوا من كبار السن كما يظن الكثير من الناس فقد تبين أن متوسط العمر هو ٣٦ عاما .

ب- تبين من التحليلات ارتفاع المستوى التعليمى للحجاج .

ت- بالنسبة لعدد مرات الحج يمكن القول بأن أكثر من ٥٠% من إجمالى الحجاج يؤدون فريضة الحج لأول مرة. والملفت للنظر أيضا أن هناك بعض الحجاج يؤدون فريضة الحج لخامس مرة وأكثر سواء من السعوديين أو الجنسيات الأخرى. فمثلا يلاحظ أن الحجاج السعوديين الذين أدوا فريضة الحج خمس مرات فأكثر تصل إلى ٢١,٧% مقارنة بنحو ١٠,٨% للمقيمين ، و٤,٢% للحجاج خارج المملكة. وتؤكد هذه الأرقام ظاهرة الحج المتكرر والتى تعتبر سببا رئيسا فى الازدحام فى الحج.

ث- اتضح أن الدور الأرضى أكثر استخداما من العلوى حيث تصل نسبة الحجاج المستخدمين لهذا الدور ٥٤,٥%.

ج- تبين أن العمر ليس له تأثير على اختيار الدور وإنما هناك عوامل أخرى لاختيار الدور مثل تفادى الزحام أو سهولة الوصول أو العوامل الجوية أو اتباعا للمجموعة. فقد تبين أن نسبة من يفضلون استخدام الدور العلوى تجنبا للزحام أعلى من نسبة من يستخدمون الدور الأرضى لنفس السبب بصفة عامة. ويزيد ذلك بدرجة كبيرة يوم الثانى عشر من ذى. وبالنسبة لسبب سهولة الوصول فيلاحظ ارتفاع نسبة من يفضلون الدور الأرضى لهذا السبب عن تلك النسبة للدور العلوى. كما اتضح من النتائج أن نسبة من يفضلون الدور الأرضى أعلى منه بالنسبة للعلوى بسبب الجو واتقاء الشمس حيث يفضل ٢٣,٧% من العينة الدور الأرضى بسبب ذلك بالمقارنة بنحو ١٧,٦% للدور العلوى . كما تظهر نسبة من الحجاج فى نفس الجدول لاتدرى كيفية الوصول إلى الجسر .

ح- بالنسبة لجهات القدوم فمن المعتقد أن الدور الأرضى يعتبر سهل الوصول نسبيا عن الدور العلوى للقادمين من ربوة الحضارم وكذلك يعتبر الدور العلوى سهل الوصول

نسبيا للقادمين من المؤسسة عن الدور الأرضى. وقد ظهر من النتائج أنه بالنسبة للقادمين من مؤسساهم فإن نسبة من يقصدون الدور العلوى أعلى من هؤلاء القاصدين الدور الأرضى وذلك لمختلف أيام الرجم. كذلك القادمين من مكة المكرمة ومن ربوة الحضارم فإنه يتضح أن نسبة من يستخدمون الدور الأرضى أعلى من الذين يستخدمون الدور العلوى فى جميع أيام الرجم.

خ- بالنسبة لتوزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب الأيام المختلفة للرجم فقد اتضح أنه فى أول أيام الرجم (١٠ ذى الحجة) أن نسبة من يستخدمون الدور الأرضى أعلى منه بالنسبة للأيام الأخرى. ويمكن تبرير ذلك بأن الراجمين فى ذلك الوقت يكونوا قادمين من مزدلفة وبالتالى يوقف الكثير منهم مركباهم سواء حافلات أو الأنواع الأخرى من المركبات أقرب ما يمكن عند الجمرة الكبرى فى الدور الأرضى ويقومون برجم الجمرة الكبرى من الدور الأرضى. أما فى يوم ١١ ذى الحجة فإن نسبة المستخدمين للدور الأرضى تقل لانتفاء السبب المذكور يوم العاشر من ذى الحجة وقدوم الحجاج من أماكن متفرقة ومنها مؤسساهم وتبعا لطبيعة الزحام على الدور الأرضى يضطر بعض الحجاج للصعود للدور العلوى. أما فى يوم الثانى عشر فإن نسبة الحجاج المستخدمين للدور الأرضى تقل نظرا لقدوم كثير من الحجاج من مؤسساهم فى هذا اليوم ورغبتهم فى استخدام الدور العلوى لقربه لهم.

د - بالنسبة لتوزيع الحجاج الراجمين على الجسر حسب عدد المرافقين فقد اتضح أنه بصفة عامة فإن الحجاج الذين يرجمون بمفردهم تبلغ نسبتهم ٣٤,٨% فقط بالنسبة لجميع الجنسيات مما يعطى انطباعا عن أن حوالى ثلثى الحجاج يسيرون جماعات. كما يتبين من الجدول أن حجاج جنوب شرق آسيا هم أكثر الحجاج حضورا للجمرات ومعهم مرافقين حيث تصل نسبة الحجاج ذات مرافقين فى هذه المجموعة إلى ٨٧,٢% يليهم حجاج دول المغرب العربى ٨٢,١% ثم حجاج دول الشام بنسبة ٧٥%. كما تبين من النتائج أن الجنسيات التى تأتى جماعات ذات عدد أكبر من ٥ أفراد وذات نسبة أكثر من ٢٠% هى دول الخليج ودول المغرب العربى وجنوب آسيا وجنوب شرق آسيا على الترتيب.

ذ- تبين أن الدور الأرضى كان أصعب فى رمى الجمرات من الدور العلوى ويرجع ذلك لكثرة عدد الراجمين فى الدور الأرضى عنه بالنسبة للدور العلوى.

ر- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيت وصولهم الجمرات فقد تبين مايلى:

١ - بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة تقع فترة الذروة بين الساعة السادسة صباحا حتى العاشرة حيث تبلغ نسبة الحجاج القادمين خلال هذه الفترة ٥٩,٨% وتبلغ أعلى نسبة للقادمين إلى الجمرات خلال الساعة ٧-٨ صباحا حيث تبلغ هذه النسبة ١٧,١% يليها من ٦-٧ صباحا حيث تصل هذه النسبة إلى ١٥,٣% كما يتضح من الجدول.

٢- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة تمتد مابين الساعة الواحدة ظهرا وحتى السادسة مساء. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة لقدوم الحجاج تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهرا حيث تصل نسبة الحجاج إلى ١٤,٨% .

٣ - بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة فيلاحظ وجود فترتى ذروة أولاهما تحدث الساعة ١١-١٢ صباحا حيث تصل نسبة الحجاج خلال هذه الساعة ١٤% وثانيها خلال الساعة ٤-٥ مساء حيث تصل نسبة الحجلج إلى ٢٠,٢% وتبين الأشكال فترة الذروة والتى تمتد ابتداء من الساعة ١١ صباحا حتى الساعة ٦ مساء.

ز- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب توقيت بدء ونهاية رجمهم الجمرات فقد اتضح مايلى:

١- بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة تقع فترة الذروة بين الساعة السادسة صباحا حتى الحادية عشرة حيث تبلغ نسبة الحجاج الراجمين خلال هذه الفترة ٧٠% وتبلغ أعلى نسبة للراجمين خلال الساعة ٧-٨ صباحا حيث تبلغ هذه النسبة ١٨,٤% يليها من ٩-١٠ صباحا حيث تصل هذه النسبة إلى ١٦,٦%. أما بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة السابعة إلى الساعة الثانية عشرة حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٦٨,١% من الحجاج من الرجم.

٢- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة بالنسبة لبداية الرجم تمتد مابين الساعة الواحدة ظهرا وحتى السادسة مساء حيث تشير الأرقام أنه فى خلال هذه الفترة يقوم ٧٠,١% من الحجاج بالقيام بأداء الرجم. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة للراجمين تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهرا حيث تصل نسبة الحجاج إلى ١٣,٦% . أما بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة الواحدة حتى الساعة السابعة مساء حيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٧٧% من الحجاج من الرجم.

٣- بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة فيلاحظ أن فترة الذروة بالنسبة لبداية الرجم تمتد مابين الساعة الواحدة ظهرا وحتى السادسة مساء حيث تشير الأرقام أنه فى خلال هذه الفترة يقوم نحو ٨٢,٧% من الحجاج بالقيام بأداء الرجم. وبالنسبة لتوزيع الحجاج على مدار الساعات المختلفة فيلاحظ أن أعلى نسبة للراجمين تحدث خلال الساعة ١-٢ ظهرا حيث تصل نسبة الحجاج إلى ٢٣,٨%. أما بالنسبة لنهاية الرجم فيلاحظ أن ذروته تمتد من الساعة الواحدة حتى الساعة السابعة مساء خيث تشير تلك الفترة إلى انتهاء ٨٨,٦% من الحجاج من الرجم.

س- تبين من التحليلات وصول ١٤% من الحجاج بدء من الساعة الحادية عشرة صباحا فى حين أن من قاموا بالرجم خلال هذه الساعة ٠,٧% فقط مما يعنى تكدس هؤلاء الحجاج على الجسر انتظارا للرجم ابتداء من هذه الساعة.

ش- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج الراجمين حسب الزمن الذى انتظروه منذ وصولهم الجمرات حتى بداية الرجم فقد اتضح من التحليلات اختلاف نسب توزيع الحجاج حسب الزمن الذى انتظروه من يوم لآخر ومن الدور الأرضى للدور العلوى باستثناء يوم العاشر من ذى الحجة والذى تظهر فيه الأرقام أن الدور الأرضى أزحم من الدور العلوى بالنسبة للأيام الثلاث.

ص- تبين أن متوسط زمن الانتظار منذ وصول الحجاج الجمرات حتى بداية الرجم يوم العاشر من ذى الحجة ١٢، ١١,٥دقيقة فى الدورين الأرضى والعلوى ، بلغ يوم الحادى عشر ٨,١،٨,٢ دقيقة ويوم الثانى عشر بلغ للدورين ٢٣,٥ ، ١٧,٤ دقيقة

ض- بلغ متوسط زمن الرجم يوم ١٠ ذي الحجة ١١,٥، ١٣,٠ دقيقة للدورين الأرضي والعلوى ويعتبر هذا الزمن أقل من تلك القيم ليومى ١١ ، ١٢ ذي الحجة حيث تصل تلك القيم إلى ٢٤ ، ٢٦ دقيقة للدورين الأرضى والعلوى ، ٢٦،٢٣ دقيقة لنفس الدورين على التوالى يوم ١٢ ذى الحجة وتبلغ تلك القيم تقريبا ضعف تلك التى تم الحصول عليها ليوم ١٠ ذى الحجة. ويمكن تعليل ذلك بأن الحجاج يرمون يوم ١٠ ذى الحجة جمرة واحدة بينما يرمون يومى ١١ ، ١٢ ذى الحجة الثلاث جمرات ويتبين من شكل (٦) مدي التقارب بين منحنيات التوزيع النسبي للحجاج حسب وقت الرجم يوم ١٠ ذي الحجة في الدورين الأرضي والعلوي وكذلك بين تلك المنحنيات يومى ١١ ، ١٢ ذي الحجة في الدورين الأرضي والعلوي أيضا.

ط- بالنسبة لدرجة الزحام فقد ظهر ارتفاع نسبة الحجاج الذين قاموا بالرجم في درجة زحام اعتبروها شديدة لدرجة الخطورة حيث تصل هذه النسبة الي ١٤,٩ % ، ١٥,٩ % في الدورين الأرضي والعلوي علي التوالي. كما تصل نسبة الذين رجموا فى حالة زحام إلى ٦٢% ، ٥٩,٤% فى الدورين الأرضى والعلوى على التوالى.

ظ- بالنسبة للتوزيع النسبي لحجاج العينة حسب تصورهم لدرجة الزحام قبل رمى الجمرات للمقارنة بين رأى الحجاج في درجة الزحام التي واجهوها فعلا أثناء رميهم الجمرات وبين درجة الزحام التي كانوا يتصورونها قبل ذهابهم للرجم يتضح أن نسبة عالية من الحجاج كان لديها إحساس بالزحام حيث تصل نسبة هؤلاء الحجاج الي ٦٧,٧% فى الدور الأرضي ، و ٦٥,٣% فى الدور العلوى.

ع - بالنسبة لمدى تأثير مستوى الزحام عند الجمرات علي رأي الحجاج في تغيير الوقت الذي اختاروه للقيام بالرجم فإن نسبة الحجاج الذين يفضلون تأخير وقت الرجم عن الوقت الذي رموا فيه يبلغ ١٩% ، ٢٥,٦% علي كل من الدورين الأرضي والعلوي .

غ - اتضح أن نسبة الحجاج الذين واجهوا صعوبات عند الجمرة الصغرى والوسطي تصل إلى (١٢% ، ٧,٥% علي الترتيب) وتعتبر هذه النسب أقل بكثير من نسبة الحجاج الذين يعتبرون أن الجمرة الكبرى هي الأصعب حيث تبلغ ٤٠%..

ف - بالنسبة لإصابة الراجمين بجمرات الآخرين فقد اتضح أن نسبة٢٥% قد أصيبت بجمرات الآخرين على مستوى العينة كلها لمختلف الأيام وأن نسبة ٢٧% ، ٢٣% من حجاج العينة قد أصيبت بجمرات الآخرين في الدورين الأرضي والعلوي علي التوالي لمختلف الأيام

ق- بالنسبة للمسافة بين الحجاج وسور حلقة الرجم فقد اتضح من التحليلات رغبة الحجاج بأن يكونوا قريبين من سور حلقة الرجم حيث تصل نسبة الحجاج الملاصقين لسور حلقة الرجم إلى ٢٠,٦%،١٩,٧% لأيام الرجم فى الدورين الأرضى والعلوى بينما يشكل البعيدين عن الحلقة نسبة أقل من ٢٠%. وبالطبع يختلف تفسير القرب والبعد حسب إحساس الحجاج. ولكن هذا يبين إصرار الكثير من الحجاج أن يكونوا قريبين من سور حلقة الرجم بقدر الإمكان. كما أظهرت التحليلات تقريبا ثبات نسب الحجاج الملاصقين لسور حلقة الرجم فى كلا الدورين الأرضى والعلوى على مدار أيام الرجم بينما يوجد اختلاف واضح بالنسبة لهذه النسب فى حالة القرب من سور حلقة الرجم.

ك- بالنسبة لمقدار النجاح في إصابة الشاخص فقد تبين ارتفاع نسبة الحجاج الذين أصابوه حيث تبلغ نسبة الذين لم يتمكنوا من إصابة الشاخص ١,٢% ، ١,٥% فقط فى الدورين الأرضى والعلوى لمختلف الأيام على الرغم من الزحام. ويوضح هذا إصرار الحجاج على إصابة الشاخص.

ثانيا: تقدير الطاقة الاستيعابية:

أمكن تقدير الطاقة الاستيعابية لكل من الحالات التالية:

أ- فى حالة الكثافة العالية فإن المعدل المثالي لعدد الأشخاص الذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة يساوى ١٤٣٠٠٠ شخصا وفى حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) مترا فإن المعدل المثالي يرتفع إلي ٣٠٠٠٠٠ شخصا فى الساعة.

ب- فى حالة الكثافة المتوسطة فإن المعدل المثالي للذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة يساوى ١١٤٠٠٠ شخصا تقريبا . وفي حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) مترا فإن هذا المعدل يرتفع إلي ١٤٩٠٠٠ شخصا .

جـ- فى حالة الكثافة المنخفضة فإن المعدل المثالي للذين يكملون عملية الرجم خلال ساعة واحدة يساوى ٧٢٠٠٠ شخصا تقريبا . وفي حالة زيادة قطر دائرة الرجم إلي (٢٠) مترا فإن هذا المعدل يرتفع إلي ٩٠٠٠٠ شخصا.

ثالثا: مقارنة الوضع قبل إجراء التغيرات للجسر .

اتضح من التحليلات مايلى:

أ- بالنسبة للعمر فقد اتضح تقريبا تساوى العمر قبل وبعد تغيير الجسر حيث بلغ متوسط العمر للرجال ٣٧,٥ وعمر النساء ٤١,١ عاما فى دراسة ١٤١٠هـ بينما بلغ متوسط العمر ٣٦ عاما فى الدراسة الحالية

ب- بالنسبة لعدد مرات الحج السابقة فإنه يلاحظ ارتفاع نسبة من سبق لهم الحج فى الدراسة قبل التغيير كثيرا عن الوضع بعد التغيير حيث تصل نسبة الحجاج الذين سبق لهم الحج ٧٥ % قبل التغيير بينما بلغت هذه النسبة بعد التغيير ٤٩ % وتعتبر نسبة ال٧٥% عالية ولا تمثل الواقع ويمكن أن يعزى ذلك إلى متغيرات عديدة.

ت ـ بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج حسب قيامهم برمى الجمرات بأنفسهم فيتضح تقريبا ثبات النسب قبل وبعد التغيير لأغلب الجنسيات.

ث- بالنسبة للتوزيع النسبى للحجاج حسب مكان الرجم يلاحظ أن نسبة الراجمين فى الدور العلوى انخفضت بعد تغيير الجسر ويمكن إرجاع ذلك إلى إزالة المنحدرين عند الجمرة الصغرى.

جـ - بالنسبة لأسباب استخدام الحجاج للدور الأرضي والعلوي فقد اتضح من التحليلات إقبال الحجاج علي استخدام الدور العلوى تفاديا للزحام في الدور الأرضى حيث تصل نسبة من يستخدمون الدور العلوى لهذا السبب ٤٩,٨ % قبل التغيير ، ٤٢,٥ % بعد التغيير كما أنه يلاحظ تقريبا ثبات نسبة الحجاج الذين يستخدمون أيا من الدورين بسبب سهولة الوصول .

ح- انخفض وقت الرجم بعد التغيير عن الوضع قبل التغيير بمقدار يتراوح بين ٢٩,٣ % إلي ٣٣,٣ % لأيام الرجم المختلفة. ويدل ذلك علي أن هناك تحسنا ما قد طرأ علي الجسر نتيجة هذا التغيير.

خ- بالنسبة لشعور الحجاج بدرجة الزحام فقد لوحظ أن الوضع بعد التغيير قد تحسن إلي درجة ما حيث يتبين أن نسبة الذين أفادوا بأن الوضع شديد لدرجة الخطورة قد انخفض من ١٩,٢ % قبل التغير إلي ١٥,٤ % فقط كما أن نسبة من أفادوا بأن الوضع غير مزدحم إنخفض من ٢٥ % قبل التغيير إلي ٢٣,٨ % بعد التغيير.

د- بالنسبة لمقارنة الحجاج لدرجة الزحام لما كانوا يتصورونه من قبل فقد اتضح انخفاض نسبة من أفادوا بأن الزحام الفعلي أشد من الزحام المتصور من ٢٥,٣ % إلي ٢٢,١ %.

ذ- تبين انخفاض نسبة الذين أفادوا بأنهم يفضلون تأخير الرجم إلي وقت آخر من ٢٨% قبل التغير إلي ٢٢ % وكذلك نسبة الذين يفضلون توكيل غيرهم للرمي من ١,٦ % قبل التغير إلي ١,٢ % بعد التغير.

ر- اتضح أن هناك سهولة الرمى عند الجمرة الصغرى والوسطى بعد التغيير عن الوضع قبل التغيير ولكن الجمرة الكبرى ظهرت الأصعب.

ز- انخفضت نسبة من أصيبوا بجمرات الآخرين علي المستوى العام من ٢٧,٧ % إلي ٢٥,٢ % ويدل ذلك علي التحسن بعد التغيير .

س- تبين أن نسبة البعيدين عن سور حلقة الرجم قد انخفضت من ١٩,٨ % قبل التغيير إلي ١٤,٧ % بعد التغيير مما يدل علي أن هناك تحسنا قد حدث بالجسر بعد تغيير شكله.

ش- بالنسبة لتقدير الطاقة الاستيعابية فقد قدرتها دراسات سابقة قبل تغيير الجسر بنحو ١٠٠,٠٠٠ شخص/ساعة ، ٧٤٠٠٠ شخص/ساعة فى الدور الواحد بينما قدرتها الدراسة الحالية بعد تغيير وضع الجسر بما يلى:

- فى حالة الكثافة المنخفضة ٧٢,٠٠٠ شخص/ساعة
- فى حالة الكثافة المتوسطة ١١٤,٠٠٠ شخص/ساعة
- فى حالة الكثافة العالية ١٤٣,٠٠٠ شخص/ساعة

ويلاحظ أن الطاقة الاستيعابية المقدرة من هذا البحث أقرب إلى الواقع للأسباب التالية:

أولاً: أن منهج هذا البحث يعتمد على تقدير الطاقة الاستيعابية للجسر بأكمله وليس عند جمرة واحدة.

ثانياً: أن استخدام الجسر فى اتجاه واحد قد زاد من الطاقة الاستيعابية عن السابق.

ثالثاً: حسن إدارة وتشغيل الجسر فى حج ١٤١٥هـ.

رابعاً: منطقية الطاقة الاستيعابية المقدرة ويمكن الوصول إلى ذلك بمقارنة عدد الراجمين يوم الثانى عشر كما يلى:

أ- بالنسبة لدراسة الوضع قبل الجسر :

بفرض أن الطاقة الاستيعابية للجسر ٧٤,٠٠٠ شخص فقط فإن ذلك يعنى أن ١٤٨,٠٠٠ حاجا يمكنهم القيام بالرجم خلال ساعة واحدة. ومن التوزيع النسبى للحجاج حسب رميهم الجمرات يوم ١٢ذى الحجة يتبين أن ٧٠٢٥٥٤ حاجاً فقط يمكنهم رمى الجمرات خلال الفترة من الواحدة حتى السابعة مساءً ويمثل هذا العدد حوالى ٧٨,٨% من الحجاج الراجمين فى ذلك العام مما ينتج عنه أن إجمالى الحجاج الراجمين يصل إلى ٨٩١٥٦٦ حاجاً فقط وهذا العدد يعتبر قليل.

ب- بالنسبة للدراسة الحالية:

بفرض أن أقصى طاقة استيعابية للجسر ١٤٣,٠٠٠ شخص فقط فإن ذلك يعنى أن ٢٨٦,٠٠٠ حاجا يمكنهم القيام بالرجم خلال ساعة واحدة. ومن التوزيع النسبى للحجاج حسب رميهم الجمرات يوم ١٢ ذى الحجة يتبين أن ١٢٠٠٠٠٠ حاجا فقط يمكنهم رمى الجمرات خلال الفترة من الواحدة حتى السابعة مساء ويمثل هذا العدد حوالى ٨٤,٥% من الحجاج الراجمين فى هذا العام مما ينتج عنه أن إجمالى الحجاج الراجمين يصل إلى ١٤٢٠٠٠٠ حاجا فقط وهذا الرقم يعتبر أكثر منطقية باعتبار أن إجمالى عدد الحجاج يفوق المليون حاج.

٦- التوصيات:

بناء على النتائج السابقة فإنه الدراسة توصى بما يلى:

أولا: توصيات شرعية:

مد فترة الرجم مما يساهم فى تخفيف التزاحم بمنطقة الجمرات وذلك بالاستفادة من الرخص الشرعية فيما تراه بعض المذاهب من جواز الرمى قبل الزوال ، وكذلك الفتوى

بجواز الرمى قبل الزوال يوم الثانى عشر من ذى الحجة لمن أراد أن ينفر من منى فى ذلك اليوم.

ثانياً: توصيات تنظيمية وتشغيلية:

أ- يوصى بالتواجد المستمر لقوات الأمن خلال أيام الرجم إلا أنه يوصى بتكثيف هذه القوات فى الأوقات التالية:

١ - بالنسبة ليوم العاشر من ذى الحجة بين الساعة السادسة صباحاً حتى الحادية عشرة صباحاً

٢- بالنسبة ليوم الحادى عشر من ذى الحجة مابين الساعة الواحدة ظهراً وحتى غروب الشمس.

٣- بالنسبة ليوم الثانى عشر من ذى الحجة من الساعة العاشرة صباحاً وحتى غروب الشمس.

ب - التحكم فى دخول الحجاج إلى جسر الجمرات. ومن الضرورى السيطرة والتحكم فى دخول هؤلاء الحجاج بواسطة قوات أمنية مدربة على ذلك.

ت - المراقبة المستمرة من قبل الجهة المسئولة عن تشغيل الجسر بحيث لا يسمح بوجود كثافات عالية فى بعض الأماكن قد تؤدى لاقدر الله إلى حوادث وبحيث يتم توجيه الحجاج للدور الأقل ازدحاماً.

ث- وضع التنظيمات والتنسيق بين الجهات المعنية لتوزيع نفرة الحجاج من منى على يومى ١٢ و١٣ من ذى الحجة على حد سواء لتجنب الذروة التى تحدث عند نفرة معظم الحجاج من منى يوم ١٢ ذى الحجة.

ج- قيام المسئولين عن الحجاج بتفويجهم من منى على دفعات تمتد طيلة الوقت المتاح للرمى ، وعدم استعجال نفرة الحجاج التابعين لهم فى وقت واحد.

ح- استمرار تقديم جميع الخدمات بمنى من ماء وكهرباء وتموين ونظافة وصحة وإدارة وأمن وغيرها بأعلى كفاءة ممكنة إلى نهاية اليوم الثالث عشر من ذى الحجة وذلك لتهيئة الظروف المناسبة لاستبقاء عدد أكبر من الحجاج حتى نهاية اليوم الثالث عشر من ذى الحجة وعدم استعجالهم بالنفرة يوم الثانى عشر.

خ- اتخاذ القرارات والإجراءات المناسبة التى تحد من تكرار ظاهرة الحج المتكرر سـواء للسعوديين أو المقيمين.

د- منع وقوف الباعة المتجولين والحلاقين فى منطقة الجمرات حتى لايعوق حركة الرمى.

ثانياً: توصيات إرشادية وإعلامية:

أ- تكثيف الإرشاد والتوجيه وتعريف الحجاج بمداخل ومخارج الجسر نظراً لوجود نسبة من الحجاج لاتعلم حتى كيفية الوصول إلى الجسر.

ب – استخدام الطرق المناسبة (السمعية والبصرية من شاشات عرض كبيرة وخلافه) لتوصيل المعلومات عن حالة الزحام للحجاج بدءاً من مؤسساهم واستمراراً على الطرق المؤدية إلى الجمرات ، وهذه الطريقة من المعتقد أن تكون مجدية حيث أظهرت نتائج هذا البحث وجود نسبة عالية من الحجاج (١٩% ، ٢٥,٦%) علي كل من الدورين الأرضي والعلوي) كانوا يفضلون تأخير وقت الرجم عن الوقت الذي رموا فيه.

ت – استخدام الطرق المناسبة (السمعية والبصرية والمكتوبة) لتوعية الحجاج بأوقات الرجم الشرعية والأحكام المتعلقة بذلك.

ث – إلزام المطوفين بتوعية الحجاج بأوقات الزحام حتى يمكنهم تجنبها.

ثالثاً: توصيات هندسية:

أ- تغيير شكل حوض الرمى أعلى الجسر لزيادة استيعابية الجمرات.

ب- زيادة ارتفاع الشاخص أعلى الجسر مما يسمح بالرمى لعدد أكبر فى وقت واحد.

ت – الاهتمام بدراسة تطوير تصميم فتحات المدخل الشرقى لجسر الجمرات بما يتناسب مع اتجاهات الحركة بحيث يتم توزيع الحركة على البوابات لضمان حدوث التوازن فى كثافات الراجمين عند البوابات ويقترح هنا دراسة عمل عدة مداخل للجسر يلى بعضها البعض على مسافات معينة بدلا من مدخل واحد كما هو مجود حالياً ويحتوى كل مدخل على عدد من البوابات (بمواصفات مبنية على دراسة علمية تراعى الظروف المحيطة بشأن

استخدامها) والمساحات المتروكة بين هذه المداخل تساعد كثيرا فى امتصاص التزاحم عند بوابات الدخول.

ث – تبين أن عدد الحجاج الذين يمكنهم رمى الجمرات بالجسر حسب طريقة أدائهم وتوزيعاقم النسبية بناء على أوقات بدئهم الرجم تبلغ تقريبا ١٤٠٠٠٠٠ حاجا فقط. وفى حالة زيادة الحجاج الراجمين عن هذا العدد فإن من المناسب البحث عن حلول أخرى تنظيمية وهندسية.

ج – يجب توسعة الدرج المؤدى من ربوة الحضارم إلى جسر الجمرات نظرا لارتفاع عدد الحجاج القادمين من الربوة – كما أظهرت نتائج هذا البحث – بحيث يصل عرضه إلى ٢٦ مترا. وكذلك عمل سلالم متحركة للعجزة وكبار السن.

الثانى عشر كما يلى:

رابعا: توصيات عامة:

أ– وضع خطة تشغيلية كاملة للجسر بشكل واضح وتتضمن هذه الخطة التعامل مع الحجاج الراجمين على مستويات مختلفة لكثافات الحجاج شاملة حالات الاستنفار المنخفضة ، والمتوسطة ، والكلية بالإضافة إلى الإخلاء السريع. كما يجب أن تشمل هذه الخطة برنامجا لتدريب الجنود مع تبسيط وتسهيل توصيل المعلومات لهم.

ب– الاستمرار والتأكيد على منع الافتراش كليا أسفل الجسر والأماكن المحيطة مع دراسة بالحلول التى تكفل الحد منه.

ويشترط عند الأخذ بأى حل من حلول زيادة الطاقة الاستيعابية معرفة أثره بدءا من الجمرات حتى الطواف .

المراجع

١- حسنى أبو الفتوح ، محمد نجوم "الإحصائيات الأساسية لحجَ عام ١٤٠٩هـ" مركز أبحاث الحج-جامعة أم القرى

٢- نداء محمود القاضى "دراسة الجمرات -١٤١٠هـ" مركز أبحاث الحج-جامعة أم القرى

٣- --------" دراسة الوضع الحالي ووسائل تطويره -١٤٠٤" مركز أبحاث الحج-جامعة أم القرى

٤- وائل جمال محرز "دراسة تحليلية حول عوائق المشاة بوادي مني" مركز أبحاث الحج ، جامعة أم القرى ، مكة المكرمة ، شعبان ١٤٠٤ هـ .

٥- --------" دراسة الازدحام عند الرجم - حج ١٤٠٨هـ"، مركز أبحاث الحج ، جامعة أم القرى - مكة المكرمة ، جمادى الأول ١٤٠٩ هـ .

٦- نداء القاضى " دراسة الجمرات-١٤١٠هـ" مركز أبحاث الحج-جامعة أم القرى.

٧- سعد عبد الرحمن حمد القاضي ، "وصف حركة وسلوك المشاة في الأماكن المزدحمة" رسالة دكتوراة ، جامعة تكساس - اوستن - الولايات المتحدة الأمريكية ، أغسطس ١٩٩٠م.

٨- محمد عبد الرحمن الهوارى "مبادئ تخطيط النقل" ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة.

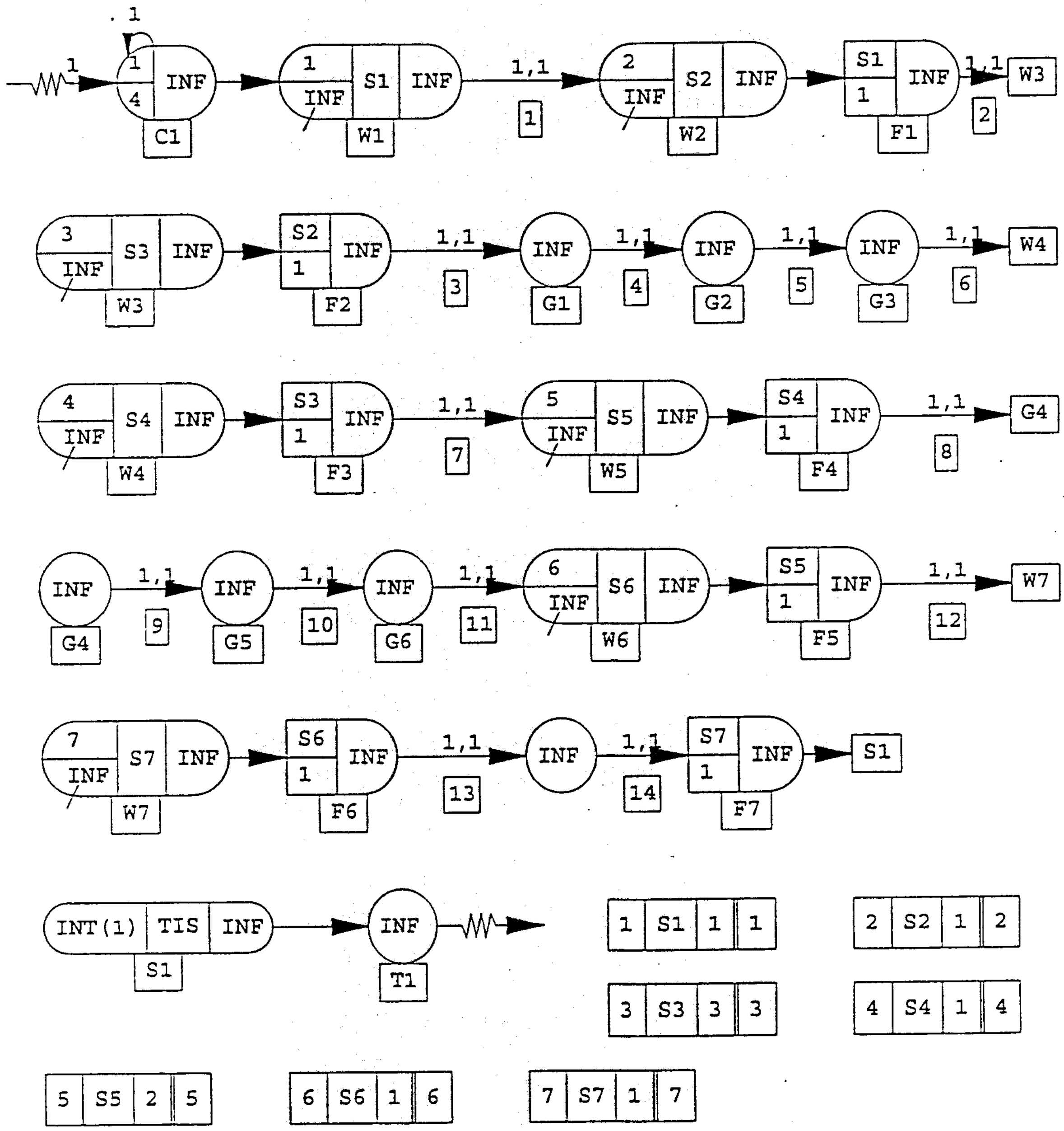
٩. Miller and Freund" ,Probability and Statistics for Engineers, ٥th edition, Prentice-Hall, Inc., N.J., ١٩٩٤.

١٠. Pritsker, A.B., "Introduction to Simulation and SLAM", ٣rd ed., John Wiley & Sons, N.Y., ١٩٨٦.

ملحق رقم (1) : الأنموذج البرمجي للمحاكاة .

```
GEN,DR. M. RADHWI,JAMARAT SI MULATION,12/29/1415,1,Y,Y,Y/Y,Y,Y/1,132;
LIMITS,7,2,4000;
NETWORK;
          RESOURCE/1,S1,1;
          RESOURCE/2,S2,2;
          RESOURCE/3,S3(3),3;
          RESOURCE/4,S4,4;
          RESOURCE/5,S5(2),5;
          RESOURCE/6,S6,6;
          RESOURCE/7,S7,7;
;
C1        CREATE,1,1,1,4;
          ACTIVITY;
W1        AWAIT(1),S1;
          ACTIVITY/1,1;
W2        AWAIT(2),S2;
          ACTIVITY;
F1        FREE,S1;
          ACTIVITY/2,1,,W3;
;
W3        AWAIT(3),S3;
          ACTIVITY;
F2        FREE,S2;
          ACTIVITY/3,1;
G1        GOON;
          ACTIVITY/4,1;
G2        GOON;
          ACTIVITY/5,1;
G3        GOON;
          ACTIVITY/6,1,,W4;
;
W4        AWAIT(4),S4;
          ACTIVITY;
F3        FREE,S3;
          ACTIVITY/7,1;
W5        AWAIT(5),S5;
          ACTIVITY;
F4        FREE,S4;
          ACTIVITY/8,1,,G4;
;
G4        GOON;
          ACTIVITY/9,1;
G5        GOON;
          ACTIVITY/10,1;
G6        GOON;
          ACTIVITY/11,1;
W6        AWAIT(6),S6;
          ACTIVITY;
F5        FREE,S5;
          ACTIVITY/12,1,,W7;
;
W7        AWAIT(7),S7;
          ACTIVITY;
F6        FREE,S6;
          ACTIVITY/13,1;
          GOON;
          ACTIVITY/14,1;
F7        FREE,S7;
          ACTIVITY,,,S1;
;
S1        COLCT,INT(1),TIS;
          ACTIVITY;
T1        TERMINATE;
          END;
INITIALIZE,,21,Y;
MONTR,TRACE;
FIN;
```

ملحق رقم (٣) : الأنموذج الشبكي للمحاكاة بأرقام ثابتة .



1
1
4
INF
C1
1
INF
S1
INF
W1
1,1
1
2
INF
S2
INF
W2
S1
1
INF
F1
1,1
2
W3
3
INF
S3
INF
W3
S2
1
INF
F2
1,1
3
INF
G1
1,1
4
INF
G2
1,1
5
INF
G3
1,1
6
W4
4
INF
S4
INF
W4
S3
1
INF
F3
1,1
7
5
INF
S5
INF
W5
S4
1
INF
F4
1,1
8
G4
INF
G4
1,1
9
INF
G5
1,1
10
INF
G6
1,1
11
6
INF
S6
INF
W6
S5
1
INF
F5
1,1
12
W7
7
INF
S7
INF
W7
S6
1
INF
F6
1,1
13
INF
1,1
14
S7
1
INF
F7
S1
INT(1)
TIS
INF
S1
INF
T1
1 S1 1 1
2 S2 1 2
3 S3 3 3
4 S4 1 4
5 S5 2 5
6 S6 1 6
7 S7 1 7

ملحق رقم (٣) : عينة من النتائج اللحظية لتشغيل الأنموذج بأرقام ثابتة .

```
            SLAM II TRACE BEGINNING AT TNOW=    .0000E+00

------------------------------------------------------------------------------------------
                      NODE ARRIVAL                                 ACTIVITY SUMMARY
   TNOW    JEVNT     ------------    CUR ATRIB BUFFER       --------------------
                     LABEL  TYPE     ----------------       IND DURATION END ND
------------------------------------------------------------------------------------------

 .100E+01      C1     CREATE      .100E+01   .000E+00

                                                          0          .000    W1
               W1     AWAIT       .100E+01   .000E+00

                                                          1         1.000    W2
 .200E+01      C1     CREATE      .200E+01   .000E+00

                                                          0          .000    W1
               W1     AWAIT       .200E+01   .000E+00

               W2     AWAIT       .100E+01   .000E+00

                                                          0          .000    F1
               F1     FREE        .100E+01   .000E+00

                                                          1         1.000    W2
                                                          2         1.000    W3
 .300E+01      C1     CREATE      .300E+01   .000E+00

                                                          0          .000    W1
               W1     AWAIT       .300E+01   .000E+00

               W2     AWAIT       .200E+01   .000E+00

               W3     AWAIT       .100E+01   .000E+00

                                                          0          .000    F2
               F2     FREE        .100E+01   .000E+00

                                                          0          .000    F1
                                                          3         1.000    G1
               F1     FREE        .200E+01   .000E+00

                                                          1         1.000    W2
                                                          2         1.000    W3
 .400E+01      C1     CREATE      .400E+01   .000E+00

                                                          0          .000    W1
               W1     AWAIT       .400E+01   .000E+00

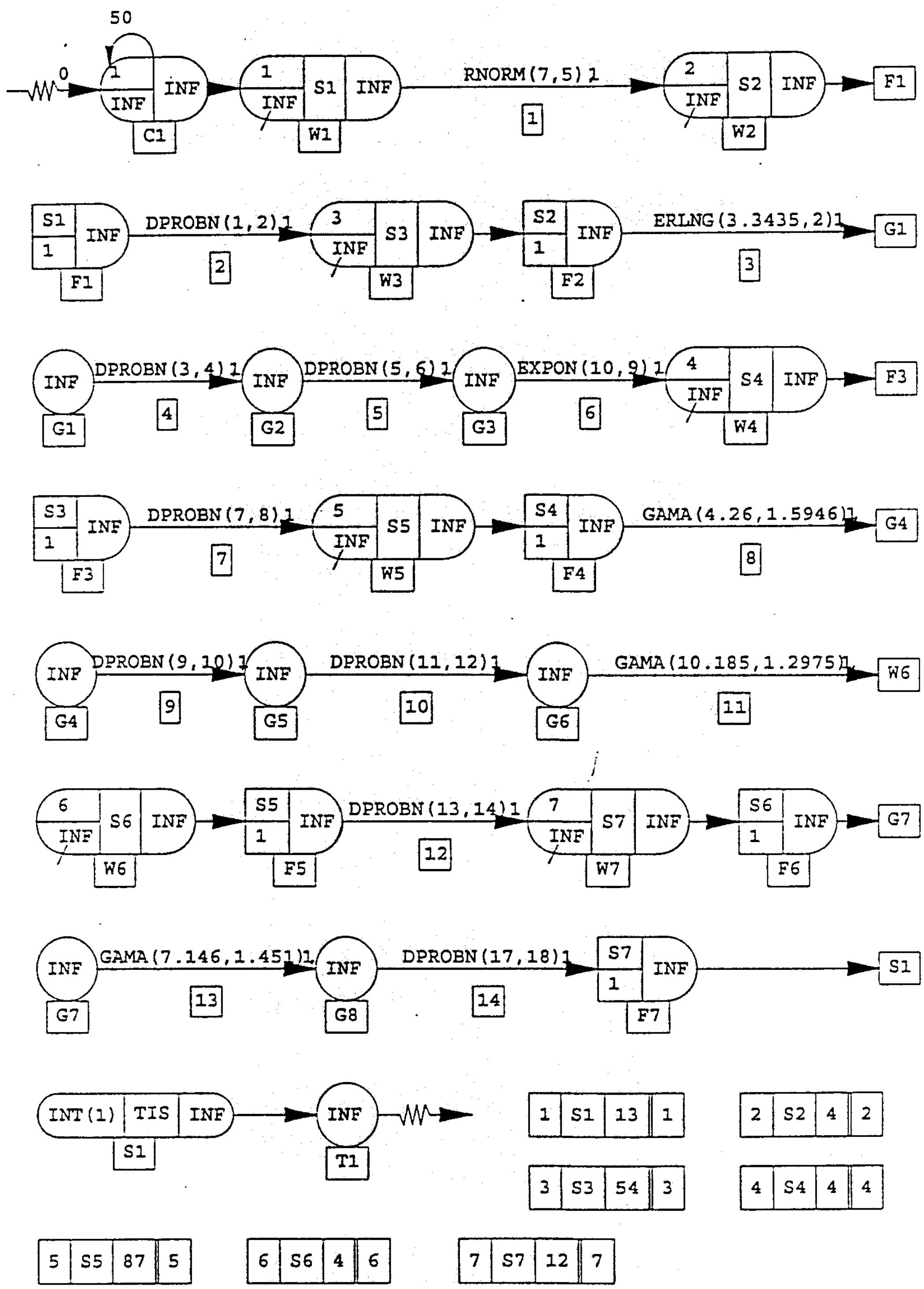
               G1     GOON        .100E+01   .000E+00

                                                          4         1.000    G2
               W2     AWAIT       .300E+01   .000E+00

               W3     AWAIT       .200E+01   .000E+00

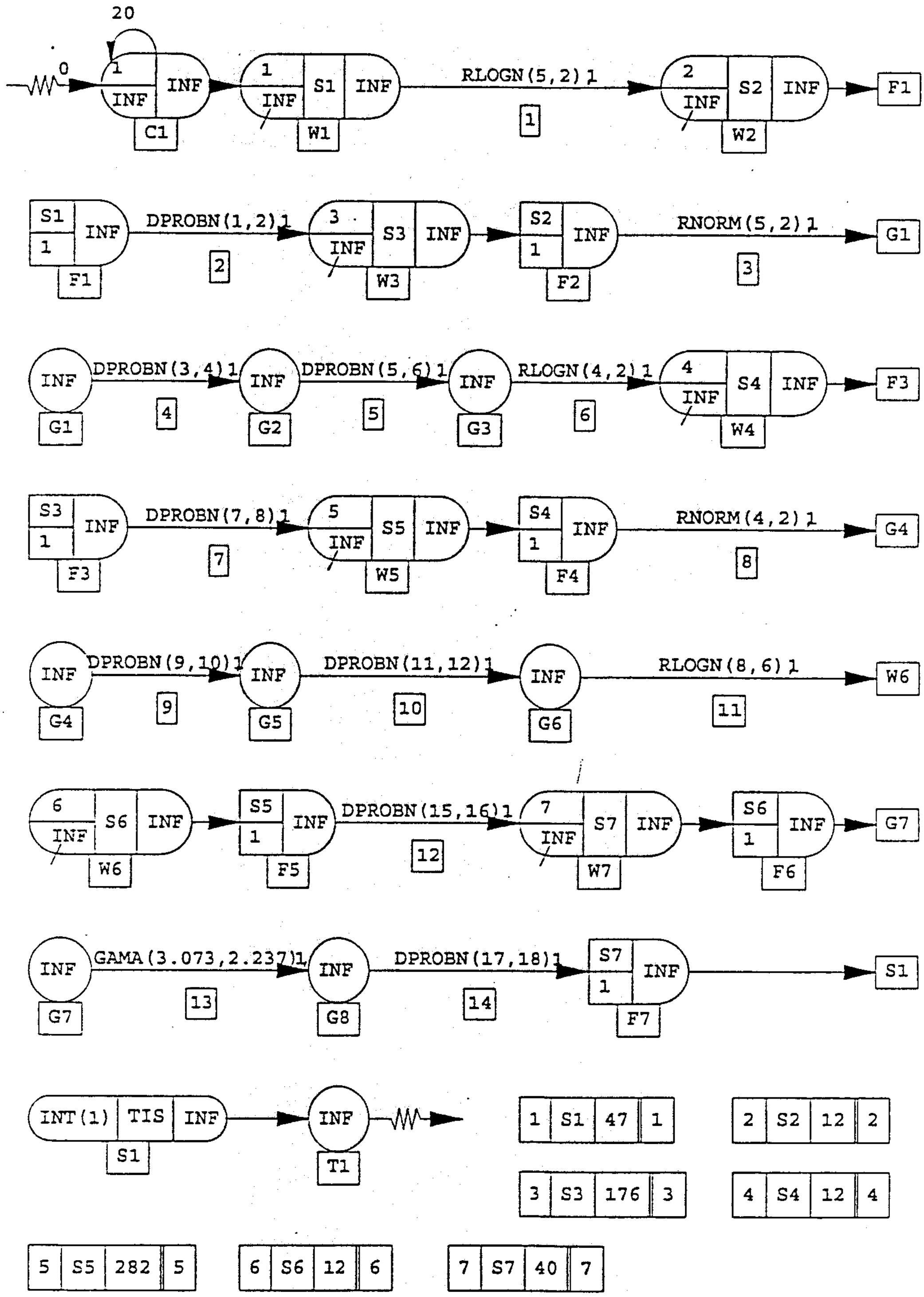
                                                          0          .000    F2
```

ملحق رقم (٤) : الأنموذج الشبكي للمحاكاة في حالة الكثافة المتوسطة .



50
0
1
INF
C1
S1
W1
RNORM(7,5)1
1
2
S2
W2
F1
DPROBN(1,2)1
2
3
S3
W3
F2
ERLNG(3.3435,2)1
3
G1
DPROBN(3,4)1
4
G2
DPROBN(5,6)1
5
G3
EXPON(10,9)1
6
4
S4
W4
F3
DPROBN(7,8)1
7
5
S5
W5
F4
GAMA(4.26,1.5946)1
8
G4
DPROBN(9,10)1
9
G5
DPROBN(11,12)1
10
G6
GAMA(10.185,1.2975)1
11
W6
6
S6
F5
DPROBN(13,14)1
12
7
S7
W7
F6
G7
GAMA(7.146,1.451)1
13
G8
DPROBN(17,18)1
14
F7
INT(1)
TIS
T1
1 S1 13 1
2 S2 4 2
3 S3 54 3
4 S4 4 4
5 S5 87 5
6 S6 4 6
7 S7 12 7

ملحق رقم (٥) : الأنموذج الشبكي للمحاكاة في حالة الكثافة المنخفضة .



20
0
1 INF INF C1
1 INF S1 INF W1
RLOGN(5,2) 1
1
2 INF S2 INF W2
F1
S1 1 INF F1
DPROBN(1,2) 1
2
3 INF S3 INF W3
S2 1 INF F2
RNORM(5,2) 1
3
G1
INF G1
DPROBN(3,4) 1
4
INF G2
DPROBN(5,6) 1
5
INF G3
RLOGN(4,2) 1
6
4 INF S4 INF W4
F3
S3 1 INF F3
DPROBN(7,8) 1
7
5 INF S5 INF W5
S4 1 INF F4
RNORM(4,2) 1
8
G4
INF G4
DPROBN(9,10) 1
9
INF G5
DPROBN(11,12) 1
10
INF G6
RLOGN(8,6) 1
11
W6
6 INF S6 INF W6
S5 1 INF F5
DPROBN(15,16) 1
12
7 INF S7 INF W7
S6 1 INF F6
G7
INF G7
GAMA(3.073,2.237) 1
13
INF G8
DPROBN(17,18) 1
14
S7 1 INF F7
S1
INT(1) TIS INF S1
INF T1
1 S1 47 1
2 S2 12 2
3 S3 176 3
4 S4 12 4
5 S5 282 5
6 S6 12 6
7 S7 40 7